

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-фізичний факультет  
Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.М. Ямшинський  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“\_\_\_” грудня 2019 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 136 – Металургія  
(код і назва)

на тему: Ливарний комплекс бронетанкового заводу та технології  
виготовлення виливків різними способами лиття

Виконав: студент 2 курсу, групи ФЛ-81мп  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Ніколаєв Валерій Володимирович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к. т. н., доцент Гурія І.М. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з економічної частини к.е.н., доцент Нарасєвський С.В. \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з нормоконтролю к. т. н., доцент Федоров Г.Є. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент старший викладач Прилуцький М.І. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет Інженерно-фізичний

Кафедра Ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 136 – Металургія

Освітня програма – Комп'ютеризовані процеси лиття

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.М. Ямшинський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ 04 ” вересня 2019 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Ніколаєв Валерій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Ливарний комплекс бронетанкового заводу та технології виготовлення виливків різними способами лиття»

науковий керівник Гурія Ірина Миранівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «12» листопада 2019 року № 3890-с

2. Термін подання студентом роботи: грудня 2019 року.

3. Вихідні дані до проекту: 3.1 Матеріали переддипломної виробничої практики та література за темою дипломного проекту; 3.2 Потужність цеху: 5 тисяч тонн придатного литва за рік.

4. Перелік завдань, які потрібно розробити: Вступ; 1. Аналіз виробничої програми ливарного комплексу; 2. Режим роботи ливарного комплексу; 3. Розрахунок виробничих відділень цеху; 4. Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка; 5. Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка 6. Організаційно-економічна частина 7. Охорона праці. 5. Перелік графічного матеріалу: 5.1. План цеху. 5.2. Поперечний розріз цеху. 5.3. Технологія ливарної форми основного виробу (2 аркуші). 5.4. Технологія ливарної форми іншого виробу (1 аркуш). 5.5. Порівняльні техніко-економічні показники.

6. Перелік ілюстративного матеріалу: табл., рис.

## 7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	к.т.н., доцент Федоров Г.Є.		
Економічна частина	к.е.н., доцент Нараєвський С.В.		

## 8. Дата видачі завдання 3 вересня 2019 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Переддипломна практика	02.09...27.10.2019р.	
2	Аналіз виробничої програми. Режим роботи	02.09...15.11.2019р.	
3	Розрахунок основних відділень цеху	02.09...27.10.2019р.	
4	Розроблення технології ливарної форми	02.09...27.10.2019р.	
5	Розрахунок спеціального завдання	16.11...25.11.2019р.	
6	Виконання графічної частини проекту	26.11...30.11.2019р.	
7	Виконання розділів з охорони праці та економічної частини	01.12...02.12.2019р.	
8	Оформлення дипломного проекту	03.12...04.12.2019р.	
9	Рецензування дипломного проекту	05.12...06.12.2019р.	
10	Захист дипломного проекту	10.12.2019р.	
11	Аналіз виробничої програми. Режим роботи	10.12...17.12.2019р.	
12	Розрахунок основних відділень цеху	19.12.2019р.	

Студент

\_\_\_\_\_  
( підпис )

В.В. Ніколаєв

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
( підпис )

І.М. Гурія

(прізвище та ініціали)

## ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДЕСЕРТАЦІЇ

[illegible]

				ФЛ81мп.8110.1110.000		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробник	Ніколаєв В.В.			ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Гурія І.М.				1	
Консультант					КПІ імені Ігоря Сікорського, ІФФ, ФЛ-81мп	
Н/контроль	Федоров Г.Є.					
Зав. кафедри	Ямшинський М.М.					

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської дисертації

на тему: Ливарний комплекс бронетанкового заводу та технології виготовлення  
виливків різними способами лиття

## ABSTRACT

Master's Thesis: 120 pages, tab. 55, 2 annexes.

The object of the project is the casting complex of industrial casting and the technology of steel casting.

The subject of design is development of technological process of casting production, organization of production departments of foundry shop, introduction of modern technologies of casting production.

The design results are the development of the technology of production of castings "Valve body cover" and "Suspension".

The design results can be recommended for implementation in the manufacture of industrial steel alloy products in batch production.

The diploma project carried out basic calculations on organizational and economic factors and outlined basic measures for occupational safety and health in emergency situations with the provision of proper working conditions.

INDUSTRIAL PRODUCTS, INDUCTION OVEN, PRESS FORM

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Ніколаєв В.В.						
Перевір.		Гурія І.М.					13	103
						НТУУ «КПІ», ІФФ		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.								

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 120 сторінок, табл. 55, 2 додатка.

Об'єкт проекту – ливарний комплекс промислового литва та технологія виготовлення сталевих виливків.

Предмет проектування – розроблення технологічного процесу виготовлення виливків, організація виробничих відділень ливарного цеху, впровадження сучасних технологій виготовлення виливків.

Результати проектування – розроблення технології виготовлення виливків «Кришка корпусу клапана» та «Підп'ятник».

Результати проектування можуть бути рекомендовані для впровадження при виготовленні промислових виробів із сталевих сплавів в умовах серійного виробництва.

У дипломному проекті проведено основні розрахунки з організаційно-економічних чинників та приведені основні заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях із забезпеченням належних умов праці.

ПРОМИСЛОВА ПРОДУКЦІЯ, ІНДУКЦІЙНА ПІЧ, ПРЕС-ФОРМА

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация: 120 страниц, табл. 55, 2 приложения.

Объект проекта - литейный комплекс промышленного литья и технология изготовления стального отливки.

Предмет проектирования - разработка технологического процесса изготовления отливок, организация производственных отделений литейного цеха, внедрение современных технологий изготовления отливок.

Результаты проектирования - разработка технологии изготовления отливки «Крышка корпуса клапана» и «Подпятник».

Результаты проектирования могут быть рекомендованы для внедрения при изготовлении промышленных изделий из стальных сплавов в условиях серийного производства.

В дипломном проекте проведен основные расчеты с организационно-экономических факторов и приведены основные мероприятия по охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях с обеспечением надлежащих условий труда.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ, ПРЕСС-ФОРМА

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	16
1.1 Виробнича програма.....	16
1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків	
2 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ .....	20
3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ КОМПЛЕКСУ.....	23
3.1 Плавильне відділення.....	23
3.1.2 Річна потреба шихти.....	25
3.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення .....	30
3.2.1 Розрахунок парку опок .....	31
3.3 Відділення лиття за моделями, що витоплюються.....	32
3.3.1 Модельна ділянка.....	33
3.3.2 Ділянка виготовлення керамічних форм.....	33
3.4 Стрижневе відділення.....	33
3.4.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування.....	35
3.5 Сумішоприготувальне відділення.....	37
3.5.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування.....	38
3.6 Розрахунок відділення фінішних операцій.....	41
4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЯНКИ ТА СЛУЖБИ КОМПЛЕКСУ.....	44
4.1 Майстерні для ремонту модельно – опочної оснастки.....	45
4.2 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу.....	45
4.3 Ремонтно – механічна майстерня для поточного і середнього ливарного устаткування.....	46
4.4 Санітарна та технічна майстерня.....	46

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ			
Розроб.		Ніколаєв В. В..						
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.					ІФФ			

4.5 Електроремонтна майстерня .....	47
4.6 Цехові лабораторії.....	47
4.7 Складське господарство.....	47
5 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ.....	50
6 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	53
7 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	55
7.1 Загальні положення.....	55
7.2 Архітектурна частина.....	56
7.3 Будівельні конструкції.....	57
7.3.1 Фундамент.....	58
7.3.2 Стіни.....	58
7.3.3 Колони.....	58
7.3.4 Вікна й двері.....	59
7.3.5 Підлоги.....	59
7.3.6 Покриття.....	60
7.3.7 Покрівля.....	60
7.4 Побутові та адміністративні приміщення.....	61
8 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КРИШКА КОРПУСУ КЛАПАНА».....	62
8.1 Конструкція деталі.....	62
8.2 Припуски на механічне оброблення виливка.....	63
8.3 Визначення кількості виливків у формі.....	64
8.4 Розрахунок ливникової системи.....	65
8.5 Опис технологічного процесу.....	66
8.5.1 Вибір модельної композиції .....	66
8.5.2 Виготовлення моделі з модельної композиції.....	67
8.5.3 Вогнетривка суспензія.....	67
8.5.4 Виготовлення керамічної оболонки.....	67
8.5.5 Заливання.....	69
8.5.6 Вибивання та фінішні операції.....	69

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.6 Термічне оброблення виливків.....	70
8.7 Розрахунок конструкції прес-форми.....	70
9 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ПІДП'ЯТНИК».....	71
9.1 Конструкція деталі.....	71
9.1.1 Загальна характеристика литої деталі. ....	72
9.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка .....	73
9.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі й вибір площини розрізу моделі і форми .....	74
9.1.4 Усадка металу виливка.....	74
9.1.5 Припуски на механічну обробку поверхонь виливка.....	74
9.1.6 Визначення кількості та конструкції стрижнів.....	74
9.1.7 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення .....	75
9.1.8 Характеристика модельного комплекту.....	75
9.1.9 Розрахунок розмірів опок.....	75
9.1.10 Характеристика вибраних опок.....	75
9.1.11 Розрахунок ливникової системи.....	76
9.1.13 Розрахунок розмірів надливів.....	76
9.2.13 Вибір формувальних і стрижневих сумішей.....	76
9.2 Технологія приготування сумішей.....	76
9.3 Технологія виготовлення форми.....	76
9.4 Технологія виготовлення стрижнів.....	76
9.5 Вибір способу захисту виливка від пригару.....	76
9.6 Розрахунок піднімальної сили.....	76
10 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	77
10.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників та фондів їх заробітної плати .....	77
10.1.1 Основні робітники .....	77
10.1.2 Управлінський персонал .....	77
10.1.3 Загальна чисельність працівників .....	77
10.1.5. Розрахунок фондів заробітної плати .....	78

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.1.6	Розрахунок показника продуктивності праці.....	78
10.1.7	Розрахунок капітальних вкладень .....	79
10.1.8	Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	81
11	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	83
11.1	Аналіз мікроклімату .....	83
11.2	Розрахунок освітлення .....	84
11.2.1	Розрахунок природного освітлення .....	86
11.3	Випромінювання .....	88
11.4	Джерела шуму.....	90
11.5	Загазованість та запилення.....	93
11.6	Електробезпека .....	94
11.7	Протипожежна безпека .....	95
11.8	Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях. ....	97
12	БІЗНЕС-ПРОЕКТ.....	98
12.1	Команда.....	98
12.2	Назва проекту.....	98
12.3	Короткий опис проекту.....	99
12.4	Бізнес-модель.....	99
12.4.1	Цінний продукт.....	99
12.4.2	Сегмент споживачів.....	100
12.4.3	Канали збуту.....	100
12.4.4	Взаємодія з споживачами.....	101
12.4.5	Дохід (монетизація).....	101
12.4.6	Ключові види діяльності.....	102
12.4.7	Ключові ресурси.....	103
12.4.8	Ключові партнери .....	104
12.4.9	Витрати.....	104
12.5	Споживчі властивості товару.....	105
12.7	Дослідження конкурентного оточення.....	105
12.8	Маркетингова стратегія просування.....	105

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.9 Елементи фінансового плану.....	106
12.9.1 Опис бізнес-проекту.....	106
12.9.2 Опис товару послуги технології.....	106
12.9.3 Маркетинг та продаж .....	107
12.9.4 Фінансовий план.....	107
12.9.5 Резюме .....	107

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Завдання ливарного виробництва — отримання так званих виливків (литі елементи з металів). Суть полягає в заливці розплавленого до рідкого стану сплаву в спеціальну форму. Лиття — один з найстаріших способів виготовлення металевих предметів. Спочатку вони виготовлялися з міді та бронзи, потім був освоєний чавун, а ще пізніше — сталь і різні сплави металів.

У ливарному виробництві основними процесами є: плавка; створення форм; заливка; охолодження; вибивка; очищення; обрубка виливків; термічна обробка; контроль якості.

Лиття набуло широкого застосування в різних галузях виробництва, але найбільшого поширення цього методу для отримання деталей спостерігається в приладобудуванні та машинобудуванні.

Технологія виготовлення виливків способом лиття, дозволяє виготовити металевий виливок навіть найскладнішої форми. При цьому результат буде володіти високими експлуатаційними характеристиками та мінімальними припусками на механічне оброблення.

Виробництво машин постійно розвивається і вдосконалюється. Вдосконалюється і ливарне виробництво. Розроблюються новітні технології та методи литва.

Серед головних напрямків можна відзначити :

- розроблення нових технологічних процесів;
- розширення вже відомих методів виробництва;
- створення нових виробничих машин і агрегатів;
- зниження витрат енергії та матеріалів;
- зменшення витрат часу з одночасним підвищенням продуктивності;

					ФЛ81.8110.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			ВСТУП		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						Аркушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

- поліпшення умов праці;
- досягнення мінімального впливу на екологію.

Всі ці напрямки покликані збільшити якість і ефективність виробництва. При виготовленні литих елементів для машин і приладів найчастіше звертаються до спеціальних технологій лиття, в залежності від типу заливання: у кокіль, керамічні форми, відцентрове лиття, під тиском, електрошлакове лиття. Мета даних технологій — збільшити точність виливків та отримати рівну поверхню, яка, в ідеалі, не потребує подальшої обробки. Також дані методи покликані отримати кінцевий результат з високими технологічними характеристиками.

На сьогоднішній день річний обсяг виробництва виливків у світі перевищує 80 млн. тон. В машинобудуванні маса литих деталей складає близько 50% маси машин та механізмів, у верстатобудуванні – близько 80%, в тракторобудуванні – приблизно 60%, а вартість і трудомісткість їх виготовлення – приблизно 25% всіх витрат на виріб. Це пояснюється чисельними перевагами ливарного виробництва у порівнянні з іншими способами отримання заготовок або готових виробів.

При виконанні магістерської дисертації розглянуті питання вибору оптимальних технологій, високопродуктивного устаткування, найсучасніших методів контролю якості на всіх етапах виготовлення виливків, покращення умов праці, поліпшення організації і економіки виробництва, зменшення шкідливого впливу на екологію.

					ФЛ81.8110.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

## 1.1 Виробнича програма

Виробнича програма є основою для розробки технологічної частини проекту. До неї входять виливки із наступних сплавів:

- 20Л (маса 0,156 до 8,1 кг);
- 40Л (маса від 0,2 до 8 кг).

У цеху, потужністю 5000 тон придатного литва за рік, виготовляють виливки для бронетанкового заводу. Номенклатуру виливків наведено в табл. 1.1.

Кількість виробів, які виготовляє завод за рік, розраховуємо за формулою [1]:

$$N = \frac{G_p}{m}, \quad (1.1)$$

де  $N$  – кількість виробів кожного найменування за рік, шт.;

$G_p$  – річна потужність цеху, кг;

$m$  – сумарна маса виливків на один виріб, кг. Значення  $m$  визначасмо як алгебраїчну суму мас усіх виливків за номенклатурою, враховуючи кількість виливків кожного найменування на один готовий виріб,  $m = 77,096$  кг.

Підставивши дані до формули (1.1) отримуємо:

$$N = \frac{5000000}{77,096} = 64854 \text{ шт.}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						Аркушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								



Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка і марка сплаву	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Маса виливків на 1 виріб, кг	Режим термічного оброблення
1	ФЛ-8101	Кронштейн 1	20Л	0,156	1	0,156	Нормалізація з температури 900 °С, відпуск з температури 610°С
2	ФЛ-8102	Кришка	20Л	0,18	2	0,36	
3	ФЛ-8103	Кронштейн 2	20Л	0,23	1	0,23	
4	ФЛ-8104	Петля 1	20Л	1,2	2	2,4	
5	ФЛ-8105	Корпус 1	20Л	5,1	1	5,1	
6	ФЛ-8106	Кришка масл. насоса	20Л	8,1	1	8,1	
7	ФЛ-8107	Підп'ятник	20Л	7	1	7	
8	ФЛ-8108	Муфта регулювальна	20Л	0,4	2	0,8	
9	ФЛ-8109	Фланець 1	20Л	0,4	1	0,4	
10	ФЛ-8110	Кришка корпусу клапана	40Л	0,6	1	0,6	Нормалізація з температури 900 °С, відпуск з температури 630°С
11	ФЛ-8111	Собачка букс. тросу	40Л	1,0	1	1	
12	ФЛ-8112	Защіпка замка	40Л	2,1	2	4,2	
13	ФЛ-8113	Защіпка сидіння	40Л	0,2	2	0,4	
14	ФЛ-8114	Бойок буфера	40Л	4,5	1	4,5	
15	ФЛ-8115	Пробка зливу	40Л	0,4	2	0,8	
16	ФЛ-8116	Головка люка	40Л	4,3	1	4,3	
17	ФЛ-8117	Петля	40Л	8	4	32	
18	ФЛ-8118	Кришка шарніра	40Л	1,1	1	1,1	
19	ФЛ-8119	Ручка режиму приладу	40Л	2,1	2	4,2	
20	ФЛ-8120	Фланець 2	40Л	1,2	1	1,2	
всього						77,096	

За даними табл. 1.1 і зробленого розрахунку річної кількості виробів складаємо точну виробничу програму (табл. 1.2) [1].

## 1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків

Цех, потужністю 5000 тонн придатного литва за рік, відноситься до ливарних цехів серійного виробництва, для яких номенклатура виливків складає не більше 200 найменувань і серійність не менше 1000 штук рік.

Ливарний цех призначений для виготовлення виливків із сталі середньої складності. Маса виливків – від 0,18 кг до 8,1 кг.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Виробнича програма ливарного цеху

Інд. поз.	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				готової деталі	вилівка	шт.	кг	на основі вироби		на запасні частини			всього	
								шт.	т	%	шт.	т	шт.	т
1	ФЛ-8101	Кронштейн 1	20Л	0,133	0,156	1	0,156	58369	9,11	10	6485	1,01	64854	10,12
2	ФЛ-8102	Кришка	20Л	0,153	0,18	2	0,360	116737	21,01	10	12971	4,67	129708	23,35
3	ФЛ-8103	Кронштейн 2	20Л	0,196	0,23	1	0,230	58369	13,42	10	6485	1,49	64854	14,92
4	ФЛ-8107	Петля 1	20Л	1,020	1,2	2	2,400	116737	140,08	10	12971	31,13	129708	155,65
5	ФЛ-8108	Корпус 1	20Л	4,335	5,1	1	5,100	58369	297,68	10	6485	33,08	64854	330,76
6	ФЛ-8110	Кришка масл. насоса	20Л	6,885	8,1	1	8,100	58369	472,79	10	6485	52,53	64854	525,32
7	ФЛ-8111	Підп'ятник	20Л	7	7,17	1	5,170	58369	301,77	10	6485	33,53	64854	335,30
8	ФЛ-8104	Муфта регульовальна	20Л	0,340	0,4	2	0,800	116737	46,69	10	12971	10,38	129708	51,88
9	ФЛ-8105	Фланець 1	20Л	0,340	0,4	1	0,400	58369	23,35	10	6485	2,59	64854	25,94
10	ФЛ-8106	Кришка корпусу клапана	40Л	0,6	0,68	1	0,680	58369	39,69	10	6485	4,41	64854	44,10
11	ФЛ-8109	Собачка букс. тросу	40Л	0,850	1,0	1	1,000	58369	58,37	10	6485	6,49	64854	64,85
12	ФЛ-8112	Защіпка замка	40Л	1,785	2,1	2	4,200	116737	245,15	10	12971	54,48	129708	272,39
13	ФЛ-8113	Защіпка сидіння	40Л	0,170	0,2	2	0,400	116737	23,35	10	12971	5,19	129708	25,94
14	ФЛ-8114	Бойок буфера	40Л	3,825	4,5	1	4,500	58369	262,66	10	6485	29,18	64854	291,84
15	ФЛ-8115	Пробка сливу	40Л	0,340	0,4	2	0,800	116737	46,69	10	12971	10,38	129708	51,88
16	ФЛ-8116	Головка люка	40Л	3,655	4,3	1	4,300	58369	250,98	10	6485	27,89	64854	278,87
17	ФЛ-8117	Петля 2	40Л	6,800	8	4	32,000	233474	1867,80	10	25942	830,13	259416	2075,33
18	ФЛ-8118	Кришка шарніра	40Л	0,935	1,1	1	1,100	58369	64,21	10	6485	7,13	64854	71,34
19	ФЛ-8119	Ручка режиму приладу	40Л	1,785	2,1	2	4,200	116737	245,15	10	12971	54,48	129708	272,39
20	ФЛ-8120	Фланець 2	40Л	1,020	1,2	1	1,200	58369	70,04		6485	7,78	64854	77,82
Всього									77,096					4999,98

Основними параметрами вибору технологічного процесу і устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і габаритні розміри виливків, їх матеріал, клас точності, потужність цеху. Враховуючи вищесказане, приймаємо, що в проектованому цеху виливки виготовляють в разових піщано-глинистих сирих формах, та за моделями, що витоплюються.

За характером виробництва класифікуємо проєктований ливарний цех як цех серійного виробництва, за родом ливарного сплаву – як сталеливарний, за ступенем механізації – цех є механізованим, за масою виливків відносимо його до цехів дрібного литва, за технологічною спеціалізацією – в цеху виготовляють виливки литтям в разові об’ємні піщані форми та литтям за моделями, що витоплюються.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Вибір режиму роботи цеху обумовлюють такі фактори як потужність цеху, маси виливків, тощо. Найкращим режимом для роботи ливарного цеху потужністю 5000 тон придатних виливків є такий, коли всі технологічні операції одночасно виконуються на різних виробничих відділеннях і дільницях. Таким є двозмінний паралельний режим, який приймаємо в даному проекті для раціонального використання устаткування і площ цеху.

Календарний фонд часу роботи знаходимо за формулою [2]:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (2.1)$$

де  $\Phi_k$  – календарний фонд часу, год;

$P$  – кількість днів у році, днів;

$D$  – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані в формулу (2.1), отримуємо:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу,  $\Phi_n$ , – це час, протягом якого може працювати ливарний цех за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу. Номінальний фонд часу розраховується за формулою [2]:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						Аркушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд часу, год;

$C$  – кількість днів у році, з урахуванням святкових та вихідних днів;

$\Gamma$  – кількість годин в залежності від кількості змін роботи, 1 зміна – 8 годин.

З урахуванням святкових і вихідних днів, приймаємо 250 робочих днів на рік. При двозмінному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування становить:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 \cdot 2 = 4000 \text{ год.}$$

Дійсний фонд,  $\Phi_d$ , визначаємо шляхом віднімання від номінального фонду часу втрат на непередбачувані обставини, ремонт устаткування тощо.

Дійсний фонд часу розраховуємо за формулою[2]:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \quad (2.3)$$

де  $\Phi_d$  – дійсний фонд, год;

$\Phi_n$  – номінальний фонд часу, год;

$B$  – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, год.

За умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу для робітників становить [2]:

$$\Phi_d = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год.}$$

Усі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведено в табл. 2.1.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Режими роботи ливарного цеху та фонди часу, год

Інд. поз.	Найменування відділення, дільниці, тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Відділення лиття за моделями, що витоплюються	2	3720	1840
2	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти	2	3800	1840
3	Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення	2	3600	1840
4	Стрижневе відділення	2	3680	1840
5	Сумішоприготувальне відділення	2	3600	1840
6	Відділення фінішних операцій	2	3680	1840
7	Дільниця термічного оброблення	2	3840	1840
8	Допоміжні служби	2	3000	1840

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

#### 3.1 Плавильне відділення

У плавильному відділенні, що проектується, буде виплавлятися сталь марок 20Л та 40Л. Для плавки сплавів на дільниці використовуватимуть індукційні тигельні печі, які забезпечують отримання рідкого сплаву високої якості з мінімальним вмістом газів, неметалічних включень та шкідливих домішок; дозволяють знизити угар металу та покращують умови праці. Хімічний склад даних сталей наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталей 40Л і 20Л ( ГОСТ 977-88 )

Марка сталі	Масова доля елемента в сплаві, %				
	C	Mn	Si	P, не більше	S, не більше
20Л	0,17...0,25	0,45...0,90	0,2...0,52	0,04	0,045
40Л	0,37...0,45	0,45...0,90	0,2...0,52	0,04	0,045

Для визначення необхідної кількості рідкого металу складаємо баланс металу [2], табл. 3.2.

Визначаємо годинну потребу в рідкому металі:

$$Q=V/\Phi_{\text{д}}, \quad (3.1)$$

де V – кількість рідкого металу, що виплавляється в цеху, т/рік;

$\Phi_{\text{д}}$  – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, тобто плавильних печей, год.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ніколаєв В.В.			РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ	Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.				ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.							

Таблиця 3.2 – Баланс металу

Інд. поз.	Груповий потік або дільниця	Придатне литво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік		
1	20Л	60	883,93	35	515,63	95	1399,56	5	0,56	100	1473,22	II	Індукційна піч
2	40Л	60	2116,06	35	1234,37	95	3350,42	5	0,41	100	3526,76	II	
Всього			2999,99		1749,99		4749,98		1,58		4999,98		

Підставивши дані до формули (3.1) отримуємо:

$$Q=4999,98/ 3720 = 1,34 \text{ т/год}$$

Отже, кожну годину робочого часу на формувальні дільниці необхідно подавати 1,34 тони рідкої сталі. Обираємо піч, об'єм тигля якої найближчий за значенням продуктивності до отриманого результату, а саме піч ІСТ-2,5/2,48.

Використовуємо дані балансу металів і виконуємо розрахунок кількості плавильних агрегатів для забезпечення річної програми [2]:

$$n = V_p \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.2)$$

де  $N$  – кількість плавильних агрегатів, шт.;

$V_p$  – річна кількість рідкого металу по цеху, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності виплавлення та використання рідкого металу, приймаємо  $K_n=1,2$ ;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу роботи плавильних агрегатів, год;

$q$  – продуктивність плавильного агрегату, т/год.

За формулою (3.2) визначаємо необхідну кількість електропечей ІСТ:

$$n = 4999,98 \cdot 1,2 / 3720 \cdot 1,1 = 1,47$$

Таким чином, для плавки сталі приймаємо дві індукційні сталеплавильні тигельні печі.

Коефіцієнт завантаження печей дорівнює:

$$K_3 = 1,47 / 2 = 0,73$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі проведених розрахунків складаємо відомість розрахунку плавильних печей та заносимо її до табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розраховування електропечей

Дільниця, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість електропечі, т	Тривалість циклу плавки, год.	Середнього динна продуктивність цеху, т/год.	Кількість електропечей		Коефіцієнт завантаження
							за розрахунком	прийнята	
1	20Л	1473,22	ІСТ-2,5/2,48	2,5	2,5	1,1	1,47	2	0,73
1	40Л	3526,76							

### 3.1.2 Річна потреба шихти

Кількість шихтових матеріалів, яка є необхідною для виплавлення необхідної кількості розплаву, відповідно до використовуваних марок сплавів з повним використанням відходів та браку, розраховуємо та наводимо у табл. 3.4.

Для виплавлення сталей марок 20Л і 40Л використовуємо такі компоненти: зворот власного виробництва, сталевий брухт, чавун переробний, феросиліцій ФС45, феромарганець ФМн0,5 та алюміній марки А88. Річна потреба шихтових матеріалів для виплавлення сталей марок 20Л і 40Л (табл. 3.4) розрахована за методичними вказівками для розрахунку сталеві шихти та рекомендаціями відповідної літератури.

Таблиця 3.4 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Індекс позиції	Найменування матеріалів шихти	Марка сплавів				Всього	
		Сплав 20Л		Сплав 40Л			
		%	т	%	т	%	т
1	Зворот власного виробництва	35	515,63	37	1304,9	39	1949,99
2	Сталевий брухт	61,2	901,61	56,2	1982,04	52	2599,98
3	Чавун переробний	2	29,46	5	176,34	2,3	114,99
4	Феросиліцій ФС – 45	0,8	11,78	0,8	28,21	0,8	39,99
5	Феромарганець ФМн 1,5	0,8	11,78	0,8	28,21	0,8	39,99
6	Алюміній А88 для розкислення	0,2	2,94	0,2	7,05	5,1	254,99
7	Всього	100	1473,22	100	3526,76	100	4999,98

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення

У цьому відділенні виконують технологічні й організаційно зв'язані між собою операції формування, складання і заливання форм, охолодження і вибивання виливків. Трудомісткість цих операцій складає до 60% від загальної трудомісткості виготовлення виливків.

Для розрахунку кількості форм визначаємо спочатку кількість виливків у формі, а потім кількість форм за рік в залежності від кількості виливків за рік. Виробничу програму виливків перераховуємо на річну кількість форм [2]. Дані заносимо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення річної кількості форм

Індекс позиції	Група	Найменування	Матеріал	Маса виливків		Розміри опок, мм	Виливків у формі, шт	Маса виливків у формі, кг	Форм за рік, шт	Об'єм форм, м3	
				одного, кг	на річну програму, т					Однієї	На річну програму
1	ФЛ-8107	Петля 1	20Л	1,2	155,65	500x500x150/150	6	7,2	21618	0,075	1621,35
2	ФЛ-8108	Корпус 1	20Л	5,1	330,76		4	20,4	16214		1216,03
3	ФЛ-8110	Кришка масл. насоса	20Л	8,1	525,32		4	32,4	16214		1216,02
4	ФЛ-8111	Кронштейн 3	20Л	5,17	335,3		4	20,7	16214		1216,03
5	ФЛ-8112	Защіпка замка	20Л	2,1	272,39		6	12,6	21618		1621,37
6	ФЛ-8114	Бойок буфера	40Л	4,5	291,84		4	18,0	16213		1216,00
7	ФЛ-8116	Головка люка	40Л	4,3	278,87		4	17,2	16213		1216,00
8	ФЛ-8117	Петля 2	40Л	8,0	2075,33		4	32,0	64854		4864,05
9	ФЛ-8119	Ручка режиму приладу	40Л	2,1	272,39		6	12,6	21618		1621,37
10	ФЛ-8120	Фланець 2	40Л	1,2	77,82		6	7,2	10808		810,63
Всього					4615,67				221585		16618,85

Результати розрахунків кількості ливарних форм на річну програму виливків заносимо до табл. 3.6.

Для виготовлення верхніх і нижніх напівформ використовуємо лінію моделі Л651.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія	Група виливків за масою, кг	Внутрішні розміри опок (L*B*H), мм	Річний випуск		Середньогодинна кількість форм, шт
			Виливків, т	Форм, шт	
1	До 20	500x500x150/150	4615,67	221585	61

Кількість ліній для виготовлення форм розраховуємо за формулою:

$$N = V_p / (K_b * F_d * q), \quad (3.6)$$

де  $V_p$  – кількість форм за рік, шт;

$K_b$  – коефіцієнт браку форм і виливків,  $K_b = 0,94 \dots 0,96$ ;

$q$  – циклова продуктивність лінії, форм/год;

$F_d$  – дійсний фонд часу, год.

$$N = 221585 / (0,94 * 3600 * 80) = 0,81 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну комплексно-механізовану ливарну лінії моделі Л651.

Коефіцієнт завантаження – 0,81.

Дані заносимо до табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Кількість формувальних автоматів (машин)

Потокова лінія або дільниця	Найменування виливків у групі литва	Внутрішні робочі розміри опок (LxBxH), мм	Середньогодинна кількість форм, шт	Модель або тип формувальної лінії	Продуктивність формувальної лінії	К-сть формувальних ліній		Коеф. завантаження $K_z$
						розрахункова	прийнята	
I	До 20	500x500x150/150	61	Л651	80	0,81	1	0,81

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2.2 Розрахунок парку опок

Парк опок для формувального відділення проводимо залежно від циклу їх обертання [1]:

$$\text{Поп} = (1,25 \dots 1,3) \cdot N_{\text{ф}} \cdot T, \quad (3.6)$$

де Поп – розрахунковий парк пар опок на потоковій лінії, шт;

1,25...1,3–коефіцієнт, що враховує резерв і ремонтний запас опок;

$N_{\text{ф}}$  – кількість форм, виготовлених на лінії за 1 год;

$T$  – цикл обертання опок, год. ( $T = 1 \dots 2$  год).

$$\text{Поп} = 1,25 \cdot 80 \cdot 1,5 = 150 \text{ шт.}$$

Парк опок з розмірами на просвіт 500x500 мм складається з  $150 \cdot 2 = 300$  опок, так, як кожна форма складається з двох опок.

### 3.4 Стрижневе відділення

#### 3.4.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування

У стрижневому відділенні виконуються операції виготовлення, фарбування, зачищення та складання стрижнів, їх контроль та комплектування. На площі стрижневого відділення розміщено каркасну діляницю, склади для добового зберігання стрижневих ящиків, плит та стрижнів. Об'єм стрижневих робіт залежить, головним чином, від складності виливків, тобто кількості та маси стрижнів на 1 т придатного литва, а вибір методу виготовлення стрижнів та обладнання – від серійності та номенклатури.

Найбільш розповсюдженим способом заповнення порожнини стрижневого ящика сумішшю є піскодувний. Цей спосіб найбільш прийнятний для різних стрижневих сумішей і досить продуктивний. Суміш примусово виштовхується з

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

резервуара (під дією стисненого повітря) через вихідний отвір у стрижневий ящик. Використовуємо холоднотвердну суміш з синтетичного смолою (склад наведено у табл. 3.8) для виготовлення стрижнів.

Таблиця 3.8 – Склад стрижневої суміші

Компоненти	Кварцовий пісок	Смола БС-40	Затверджувач БСКМ
Вміст, %	97	2	1

Розраховуємо кількість стрижнів та заносимо дані до табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Маршрутна технологія і завантаження стрижневого відділення

[illegible]

Для виготовлення стрижнів використовуємо стрижневу лінію Л16Т (Л9128Б5). Приймаємо брак стрижнів рівним 5%.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість машин розраховуємо за формулою [2]:

$$N = V_p \cdot K_n / (\Phi_d \cdot q), \quad (3.12)$$

де  $V_p$  – річна кількість зйомів, шт;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності в роботі машини.

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу, год.

$q$  – продуктивність машини, зйомів/год;

$$N = (308057 \cdot 0,95) / (3680 \cdot 110) = 0,73$$

Результати розрахунків приведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Розрахунок кількості стрижневих машин

Група стрижнів	Дільниця	Потрібна кількість				Тип стрижневої машини, лінії	Продуктивність стрижневої лінії, зйомів/год	Кількість стрижневих ліній		Коефіцієнт завантаження
		Стрижнів		Зйомів				За розрахунком	Прийнята	
		За рік	За годину	За рік	За годину					
1		1037664	281	308057	83	Л16Т (Л91 28Б5)	110	0,73	1	0,73

### 3.5 Сумішоприготувальне відділення

#### 3.5.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування

При виготовленні виливків методом лиття в разові піщано-глинясті форми якість і склад формувальних сумішей є одним з основних факторів одержання виливків із заданими властивостями.

При розрахунку сумішоприготувального відділення загальні витрати суміші на річну програму визначаються за даними споживання суміші формувального та стрижневого відділення з урахуванням 10...15% на втрати при транспортуванні, формуванні та інше.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Оскільки стрижневу суміш перебачено готувати безпосередньо у стрижневому відділенні, тут проводиться розрахунок виключно по витраті формувальної суміші.

Загальні витрати формувальної суміші визначаємо з розрахунку формувального відділення, виходячи з об'єму і кількості форм, які виготовляються протягом року для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами та стрижнями.

Розрахунок витрат формувальної суміші заносимо в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Розрахунок витрат формувальної суміші

Внутрішні розміри опок, мм	Випуск виливків, т/рік	Розрахована кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м3	Розрахований об'єм, м3/рік				Розраховані витрати єдиної суміші, т/рік
				Усіх форм	У тому числі			
					металу	стрижнів	суміші	
500x500x150/150	4615,67	221585	0,075	16618,85	569,8	769,3	15279,75	25975,58

Розрахунок формувальної суміші на програму в неущільненому стані ведеться за формулою:

$$P_{HY}=0,757*P_Y, \quad (3.16)$$

де  $P_{HY}$  – кількість суміші в неущільненому стані, м3;

0,75 – коефіцієнт переходу від масових до об'ємних величин з урахуванням ущільнення суміші;

$P_Y$  – кількість ущільненої суміші на річну програму, т.

$$P_{HY}=0,757*25975,58 =19663,51 \text{ м}^3$$

Кількість змішувачів для сумішоприготувального відділення визначаємо за формулою:

$$Z = P_{HY} * K_H / \Phi_D * q \quad (3.14)$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $R_{ny}$  – річна, кількість неущільненої суміші, т;

$q$  – продуктивність змішувача, т/год.

Отримані розрахунки заносимо в табл. 3.25

Таблиця 3.25 – Розрахунок кількості змішувачів

Змішувачі				
тип	продуктивність, м <sup>3</sup> /год.	кількість		коефіцієнт завантаження, $K_z$
		розрахована	прийнята	
15111	4	2,73	3	0,71
19611	1	0,7	1	0,7

### 3.3 Відділення лиття за моделями, що витоплюються

#### 3.3.1 Модельна дільниця

На модельній дільниці готують модельну суміш, виготовляють моделі виливків та елементів ливникових систем, а також здійснюють складання моделей у блоки. Виготовлення модельної суміші полягає в регенерації звороту, розплавленні та змішуванні свіжих модельних матеріалів та звороту, фільтруванні отриманої суміші та її охолодженні до мінімально припустимої температури, за якої модельна маса знаходиться у прийнятно рухливому стані [3, 6]. Для виготовлення моделей, що витоплюються, використовуємо модельну суміш ПС 50-50, яка містить в собі парафін високоочищений марки В (ГОСТ 16960-71) і стеарин технічний I сорту (ГОСТ 6484-67) у співвідношенні 1:1.

Перелічені операції виконуємо на установці для виготовлення модельної суміші моделі 651 [1].

Визначимо річну потребу модельної суміші, кг:

$$M_c = 1,05 * 1,1 * 1,2 * QP * (Y_c / Y_m), \quad (3.7)$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де 1,05; 1,1; 1,2 – коефіцієнти, що враховують витрати суміші, брак та поломки, а також коефіцієнт запасу відповідно;

$Q_p$  – маса рідкого металу, необхідного для виконання річної програми, кг;

$\gamma_c, \gamma_m$  – густина модельної суміші і рідкого металу відповідно, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma_c=0,925$  г/см<sup>3</sup>,  $\gamma_{ст}=7,9$  г/см<sup>3</sup>.

$$M_c = 1,05 * 1,1 * 1,2 * 384320 * (925/7900) = 60830,08, \text{ кг}$$

Кількість устаткування знаходимо за формулою:

$$N = (M_c * K_H) / (\Phi_d * q), \quad (3.8)$$

де  $M_c$  – річна потреба в модельній суміші, кг;

$q$  – продуктивність, л/год.;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу, год.

$$N = (60830,08 * 1,2) / (3720 * 40) = 0,49$$

Приймаємо 1 установку приготування модельної суміші моделі 651.

Отримання витоплюваних моделей відбувається у автоматі марки 6A54. Модельний склад, підготовлений до роботи (розплавлений і нагрітий до 40...60 °C) у пастоподібному стані запресовується до прес-форм. Кількість одночасно встановлених на нього прес-форм з порційними шприцами дорівнює 10.

Кількість устаткування знаходимо по формулі [2]:

$$N = (N_{зап} * K_H) / (\Phi_d * q), \quad (3.9)$$

де  $N_{зап}$  – кількість записовок;

$q$  – продуктивність;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу, год.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$N=(907956*1,2)/(3720*115)=2,55$$

Приймаємо 3 установки.

$$K_3=2,55/3= 0,84$$

### 3.3.2 Дільниця виготовлення керамічних форм

На цій дільниці послідовно виконуються такі операції: підготовка матеріалів покриття, готування покриттів, нанесення їх на модельні блоки, сушіння кожного шару, виплавлення модельної суміші, встановлення керамічних форм в опоки чи контейнери, засипання їх наповнювачем, прожарювання форм та підготовка їх до заливання.

Потрібна кількість суспензії складає, кг [1]:

$$M_o=0,6*Q_p, \quad (3.10)$$

де  $Q_p$  – маса придатних виливків на річну програму, кг.

$$M_o=0,6*384320=23059,49 \text{ кг або } 16141,64 \text{ л}$$

Для приготування суспензії застосовуємо установку моделі 63431.

Визначаємо кількість установок:

$$N=(16141,64*1,2)/(3720*25)=0,3$$

Приймаємо 1 установку.

Для виготовлення керамічних оболонок модельні блоки занурюють в суспензію і на поверхні отримують тонку суцільну плівку суспензії, яку негайно обсипають піском.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обсипка блоків моделей здійснюється після нанесення кожного шару суспензії в піскосипах, які утворюють псевдокиплячий шар піску. Кількість піскосипів відповідає кількості шарів суспензії і також дорівнює 5. Піскосипи мають 700 мм в діаметрі та висоту 500 мм.

Наносимо п'ять таких шарів, кожний з яких після нанесення сушимо. Для виготовлення форм застосовуємо автоматичну лінію моделі 6А63.

Кількість ліній складає [2]:

$$N=(N_6 \cdot K_H)/(\Phi_D \cdot q), \quad (3.11)$$

де  $N_6$  – кількість блоків на річну програму, шт.

$$(45398 \cdot 1,2)/(3720 \cdot 20)=0,73$$

Приймаємо 1 лінію.

Витоплювання модельної композиції з керамічних форм проводиться в гарячій воді при температурі 90...100 °С. Процедура відбувається у ванні марки 671М, яка входить до складу лінії виготовлення оболонкових форм.

Таблиця 3.18 – Розрахункова відомість устаткування відділення точного литва за моделями, що витоплюються

Устаткування	Операції, що виконуються	Продуктивність	Кількість		Кз
			розрахована	прийнята	
Установка моделі 651	Приготування модельного складу	50 л/год	0,49	1	0,49
Модельний автомат 6А54	Виготовлення модельних ланок	115 ланок/год	2,55	3	0,84
Установка 63431	Приготування вогнетривкої суспензії	25 л/год	0,3	1	0,3
Лінія 6А63	Нанесення покриття, сушка покриття, підрізка, витоплювання модельної суміші	20 блоків/год	0,73	1	0,73

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.6 Розрахунок відділення фінішних операцій

Сталеві виливки виготовлені у піщмно-глинястих формах поступають на дільницю фінішних операцій після вибивання.

Для обрізання ливникових систем та надливів користуємося стрічковопилильними верстатами. Продуктивність верстатів складає 140 виливків/год.

Кількість верстатів:

$$N = (907956 * 1,2) / (1840 * 140) = 4,22$$

Приймаємо 5 верстатів.

Зачищення виливків виконуємо за допомогою обдирально-шліфувальних верстатів, продуктивність яких також становить 140 виливків/год. Приймаємо 5 верстатів.

Для термічного оброблення використовується піч RT3-210-12.

Таблиця 3.36 – Розрахунок кількості термічних печей для дільниці фінішних операцій сталевог литва відділення лиття у ПГФ

Група литва	Річний випуск		Термічна піч	Продуктивність, т/год	Тривалість циклу, год	Кількість печей		Кз
	шт.	т				розрахована	прийнята	
Сталь	907956	384,32	RT3-210-12	1	12	0,25	1	0,25

Розрахована піч виконує термооброблення виливків, отриманих в ПГФ.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

##### 4.1 Майстерні для ремонту модельно – опочної оснастки

Для поточного ремонту модельної оснастки передбачені модельники і слюсарі із розрахунку один робочий на випуск 6...7 тисяч тонн придатного литва за рік.

Дільниця займає площу – 25 м<sup>3</sup>.

##### 4.2 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спецодягу здійснюється в цехових коморах. Цехові комори розташовані на площах основних відділень цеху в місцях зручних для приміщень, між колонами будівлі. Площа комор прийнята 2,5 м<sup>2</sup> на 1000 т випуску литва за рік. Їх площа складає 37,5 м<sup>2</sup>.

##### 4.3 Ремонтно – механічна майстерня для поточного і середнього ливарного устаткування

Ремонтна служба цеху (служба механіка і енергетика) виконує малий і середній ремонти устаткування, а також ремонт інструменту, оснастки, автоматики з застосуванням методів по вузловому ремонту. Ремонтні служби цеху виконують тільки міжремонтне обслуговування. Площа цехових служб механіка і енергетика для потужності цеху, що проектується дорівнює 300 м<sup>2</sup>. [2]

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

У процесі розроблення робочих креслень розміри площ уточнюються в залежності від планування. Оскільки серед устаткування є електричні печі, то площі цехової служби механіка і енергетика приймаються з коефіцієнтом 1,1...1,5 [2].

#### 4.4 Санітарно–технічна майстерня

Санітарно-технічна майстерня виконує функції, щодо підтримання у робочому стані водопроводу, каналізації, опалення і вентиляції цеху. Ця служба має розгалужену систему контролю роботи і виклику чергових слюсарів. Вона є частиною системи автоматизованого управління цехом.

#### 4.5 Електроремонтна майстерня

Електроремонтна служба забезпечує догляд і нормальну експлуатацію електроустаткування і освітлення цеху. У системі планово-попереджувального ремонту (ППР) передбачено централізоване виконання службами цеху ремонту електротехнічного устаткування, КіПу і автоматики. [2]

#### 4.6 Цехові лабораторії

Цехові лабораторії призначені для оперативного контролю хімічного аналізу металу під час його плавлення, поточного контролю якості формувальних матеріалів, формувальних і стрижневих сумішей. Перша розміщена у службово-адміністративному корпусі цеху, друга – в сумішоприготувальному відділенні.

Площа хімічної і спектральної лабораторії для цеху даної потужності складає – 72 м<sup>2</sup>, площа лабораторії формувальних матеріалів – 36 м<sup>2</sup>.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.7 Складське господарство

Склади шихтових матеріалів мають ділянки приймання і зберігання шихтових матеріалів, дозування шихти, очищення звороту власного виробництва.

Пісок на склад поступає у вагонах, які розвантажуються при відкриванні нижніх люків. Для сушіння піску та глини на складі передбачена ділянка обладнана барабанными сушарками.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

Ливарне виробництво характеризується багаторазовим переміщенням великої кількості різних вантажів, тому транспортні операції є важливою складовою виробничого процесу.

У ливарному комплексі, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується мостовими кранами, які обладнуються магнітними шайбами, за допомогою, яких проводиться завантаження, та розвантаження металічної шихти у добові бункери, а також грейферами для завантаження у добові бункери сипких шихтових матеріалів.

Кількість кранів, що обслуговують склад шихтових матеріалів, плавильне відділення, дільниці формування та склад формувальних матеріалів, а також відділення фінішних операцій буде обрано в залежності від того де кран застосовується [2].

Склад шихтових та формувальних матеріалів обслуговують два мостових крани вантажопідйомністю 10/5 тонн.

Плавильне відділення обслуговує два мостових крани вантажопідйомністю 5 тонн.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення виливків до 200 кг, обслуговує чотири мостових крани вантажопідйомністю 3 тонни. Відділення фінішних операцій – крани вантажопідйомністю також 3 тонни кожний, для встановлення крупних стрижнів та складання операцій і дільницю ґрунтовки виливків обслуговують відповідно два мостових крани вантажопідйомністю 10 та відповідно 5 тонн, та кран-балка з  $Q = 3$  тонни і один мостовий кран вантажопідйомністю 5 тонн.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ			
Розроб.		Ніколаєв В.В.						
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп			

Транспортування піску та порошкоподібних матеріалів відбувається пневмотранспортом; для подачі стрижневих та формувальних сумішей до місць виготовлення форм та стрижнів – стрічкові конвеєри;

Виливки після вибивання подаються за допомогою пластинчастого конвеєра; для транспортування і складання стрижнів використовуються підвісні конвеєри.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

У сталеливарному цеху використовують електроенергію, стиснуте повітря, газ, воду, теплоносії.

Електроенергію в ливарному цеху використовують на технологічні потреби, силові установки, освітлення та слабкострумове господарство.

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_c + W_o) \cdot K, \quad (6.1)$$

де  $W$  – загальна кількість витрат електроенергії, кВт · год.

$W_T$  – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт · год;

$W_c$  – річні витрати електроенергії на електроприводи силових установок, кВт · год;

$W_o$  – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

$K$  – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі.

Розраховування річних витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюємо за питомими нормами витрат електроенергії на 1 тону придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T \cdot G_p, \quad (6.2)$$

де:  $W_T$  – витрати електроенергії на технологічні потреби (плавлення металу, термічне оброблення виливків тощо), кВт · год.

$P_T$  – питомі витрати електроенергії на технологічні потреби при виробництві 1 т. придатного литва, кВт · год.

$G_T$  – річний випуск придатного литва, т / рік.

					ФЛ81.8110.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

$$W_T = 900 \cdot 5000 + 450 \cdot 5000 = 3,375 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

В таблиці 6.3 [1] наведена питома потужність силового устаткування на 1 т придатного литва, тоді витрати електроенергії на силові установки дорівнюють:

$$W_c = 1100 \cdot 5000 = 2,75 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахунок витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (6.3)$$

де:  $W_o$ - річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

$g$  – питомі витрати електроенергії за 1 год. На 1 м<sup>2</sup> площі цеху (для виробничих відділень  $g = 15...18$  Вт) для складських приміщень –  $g = 8...10$  Вт і для побутових приміщень –  $g = 8$  Вт);

$F$  – освітлювальна площа, м<sup>2</sup>;

$\Phi_o$  – річна кількість годин освітлювального навантаження (при двозмінній роботі -  $\Phi_o = 2300...2500$  год.), тоді:

$$W_o = 0,001 \cdot (10480 \cdot 17 \cdot 2400 + 1240 \cdot 8 \cdot 2400) = 42,6 \cdot 10^7 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 42,6 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Отже загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

$$W = (3,375 \cdot 10^7 + 2,75 \cdot 10^7 + 42,6 \cdot 10^4) \cdot 1,05 = 6,5 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розраховування витрат стиснутого повітря проводимо на річну програму, з урахуванням питомих витрат на 1 тону литва таблиця 6.3 [1], за формулою:

					ФЛ81.8110.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_v = 1,5 \cdot d \cdot G_p, \quad (6.4)$$

де:  $Q_v$  – річні витрати стиснутого повітря на річну програму,  $m^3$ .

$d$  – витрати стиснутого повітря на 1 т литва,  $m^3$ .

$G_p$  – випуск виливків за рік, т;

1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі

$$Q_v = 1,5 \cdot 800 \cdot 5000 = 300 \cdot 10^5 m^3$$

Витрати води, для приготування формувальної і стрижневої суміші визначаємо за формулою:

$$V_v = y \cdot P_{ny} / 100 \quad (6.5)$$

де:  $V_v$  – витрати води на рік,  $m^3$ ;

$y$  – процент вологи у суміші, %;

$P_{ny}$  – річні витрати не ущільненої суміші, т/рік.

$$V_v = 5 \cdot 15383 / 100 = 769,1 m^3$$

Витрати води на технологічні потреби визначаємо, користуючись даними таблиці 6.3 [1], за формулою:

$$V_{v.т.} = P_{н.в.} \cdot G_p,$$

де:  $P_{н.в.}$  – норми витрат води на технологічні потреби на 1 т литва,  $m^3$ ;

$G_p$  – річний випуск виливків, т;

$$V_{v.т.} = 13 \cdot 5000 = 325000 m^3/\text{рік}$$

					ФЛ81.8110.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми витрат води на побутові потреби такі:

- на господарчо – питні потреби – 50 літрів на 1 сітку за годину;
- душові - 500 літрів на сітку за годину (при роботі душових кабінок– 45 хв.)
- умивальники – 200 літрів на 1 кран за годину;
- миття підлоги цеху – 3 літри на 1 м<sup>2</sup> за добу.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_6 \cdot q, \quad (6.6)$$

де:  $V_6$  – площа будівлі ( $V_6 = 131000 \text{ м}^3$ );

$q$  – кількість теплоти для опалення будівель ( $q = 60...130 \text{ Вт/м}^3$ ).

Приймаємо  $q = 95 \text{ Вт/м}^3$ ;

$$G = 131000 \cdot 95 = 1,2445 \cdot 10^7 \text{ Вт}$$

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до 150 °С пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: ( при цьому приймаємо, що 1 м<sup>3</sup> природного газу дорівнює 1,17 кг умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_{\Gamma} \cdot G_p, \quad (6.7)$$

де:  $q_{\Gamma}$  – кількість умовного палива (газу) на тонну литва ( $q_{\Gamma} = 140...170 \text{ м}^3$ )  
приймаємо 155 м<sup>3</sup>;

$G_p$  – маса придатного литва на рік, кг.

$M = 1,17 \cdot 155 \cdot 5000000 = 906750000 \text{ кг/рік} = 906750 \text{ т умовного палива за рік.}$

					ФЛ81.8110.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 7.1 Загальні положення

Майданчик для цеху, що проектується, розташовано в м. Києві, де розрахункова температура для опалення в зимовий час 20°C, розрахункова температура для вентиляції у зимовий час – 6°C. у літній – 20°C. Термін опалювального сезону - 150 днів в рік. Глибина промерзання ґрунту в м. Київ досягає 1 м.

### 7.2 Архітектурна частина

Розміщення обладнання спроектованого цеху забезпечують потоковість і режим роботи виробництва, повинно відбуватися за всіма норм охорони праці та пожежної безпеки. Будівлі було вирішено побудувати одноповерховою прямокутної форми. Побутові та адміністративно-побутові корпус розташовано в прибудові в два поверхі, яка примикає до будівлі цеху. Висота будівлі цеху складає 14,4 м. Фундамент закладено на глибині, виходячи з умов промерзання ґрунту, прийнята наступна:

- зовнішні фундаменти – 1,25 м;
- внутрішні фундаменти – 1 м.

### 7.3 Будівельні конструкції

#### 7.3.1 Фундамент

Для спроектованого цеху залізобетон є основним матеріалом фундаменту, під колонами виконано підосви фундаменту у вигляді башмаків із залізобетону. Площа підосви залежить від навантаження на колону та тиску на ґрунт який дорівнює 25 м².

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						Аркушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

### 7.3.2 Стіни

Стіни будинку великопанельні, спираються на фундаментні балки. Товщина навантажених стін 380 мм, а внутрішніх 300 мм. Стіни виготовлені із залізобетонну. Перегородки окремих ділянок цеху виконано із піноблоків та червоного каменю.

### 7.3.3 Колони

Колони проектується із залитого бетону у залізну конструкцію. Колони, на які встановлено кран-балки повинні виконуватися перерізом 400х600 мм. Крок колон у виробничому відділенні для зовнішніх 6 м, а внутрішніх 12 м.

### 7.3.4 Вікна й двері

Для природного освітлення будівлі цеху в зовнішніх стінах та криші виконуються світлові прогони із композиційних матеріалів. Розміром 4000х3600 мм. Для освітлення всієї площі освітлення за допомогою ліхтарів прямокутної форми, скло у яких армоване.

У комплексі встановлюються двері з висотою 2,8 м. Ширина одностулкових дверей складає 0,9 м, а двостулкових – 1,5 м. Розміри воріт для автомобільного транспорту – 4х4,2 м, а на залізничній лінії – 4,7х5,6 м.

### 7.3.5 Підлога

Підлогу виконуємо залежно від призначення ділянки. Плавильне відділення - чавунні плити; формувальне, стрижневе, сумішоприготувальне та відділення фінішних операцій – залізобетонні плити; склади, окрім засіків – залізобетонні плити, а для засіків – металоцементна підлога; залізничні шляхи – брусчатка на піску.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 7.3.6 Покриття

Для покриття застосовуються залізобетонні плити марки БСЖ-1А з бетону марки 200. Кріплення ферм до колон здійснюється шляхом зварювання закладних закладеної у залізобетонних конструкціях. На несучу залізобетонну конструкцію укладається настил із залізобетонних плит ПНН П-1 розмірами 3х12 м. Висота ребра 250 мм. На плити укладається утеплення з пінобетону товщиною 80 мм, як після обмазки цементом закладних швів і підготовлюють поверхню під покрівлю.

### 7.3.7 Покрівля

Для покрівля використовують з шарів металочерепиці, бітумного настилу. Відведення води з даху здійснюється по внутрішніх та зовнішніх водостоках. Виконані з оцинкованої сталі. Внутрішні водостоки застосовуються для відведення води, яка збирається між прогонами даху, які виконані з фарбованої металочерепиці.

### 7.4 Побутові та адміністративні приміщення

До адміністративно-побутових приміщень ливарного комплексу відносяться гардеробні, душові, санвузли та інші не виробничі. До адміністративних приміщень: кабінети керівного персоналу цеху, ІТР, зали засідань. Побутові та приміщення контролю розміщеною у прибудові до виробничої будівлі. Каркас виконується з залізобетонних колон із розмірами 400х600 мм. Будівля не має горища, з теплим спільним дахом. Стіни, виконано з одношарових пінобетонних панелей. Перегородки влаштовуються з цегельних блоків. У приміщеннях з високою вологість стіни на всю висоту від підлоги (3 м) облицьовано плиткою.

Підлоги в побутових приміщеннях укладаються з керамічних рифлених плиток. У конторах підлоги застеляються лінолеумом чи деревом.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа гардеробних визначається кількістю шаф для збереження зберігання одягу. Нормами передбачено одну шафу для одного робітника (70 шаф). Розмір одинарної шафи 50х25 см, висота 1,65 м. Ширина проходу між закритими шафами не менше 1 м. Верхній одяг працівників контори, лабораторій і різних служб за узгодженням з органами санітарного нагляду може зберігатися на вішалці. Довжина вішалки визначається з розрахунку 5 гачків на 1 погонний метр.

Душові розміщено в приміщеннях, суміжних із гардеробними. При душових передбачається приміщення для перевдягання, на кожен душ 3 місця довжиною 1,2 м і шириною 0,3 м.

Кількість душових визначається з розрахунку один душ на 10 чоловік, що працюють у найбільш численній зміні (6 душових). Розміри (у плані) відкритих душових кабін 0,9х0,9 м, місць для перевдягання не менше 1,2х0,3 м. Ширина проходів між рядами кабін не менше 1,5 м, а між кабінами і стіною - не менше 0,9 м. Час дії душової після кожної зміни приймається 45 хвилин.

Душове приміщення повинно мати витяжну і припливну вентиляцію. Кількість умивальників визначається з розрахунку один умивальник на 20 чоловік (6 умивальників) із подачею гарячої води до 30% умивальників. Площа на 1 кран складає 2,1 м<sup>2</sup>, відстань між кранами 0,6 м, ширина проходів – 1,6 м. Санвузли у цеху розміщуються рівномірно на відстані не більше 20 м від робочого місця з розміром кабіни 1,2х0,9 м.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 8 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КРИШКА КОРПУСУ КЛАПАНА»

### 8.1 Конструкція деталі

Конструкція литої деталі повинна забезпечувати високий рівень її службових характеристик при заданій масі та точності конфігурації, а також враховувати технологію її виготовлення, бути технологічною, тобто зручною для виготовлення та оброблення.

В нашому випадку лита деталь «Кришка корпусу клапана» має такі габаритні розміри:

- висота 61 мм;
- довжина 65 мм;
- ширина 85 мм;
- маса деталі 0,6 кг

Завданням даної дипломної роботи є розроблення технології виробництва виливка за кресленням «Кришка корпусу клапана». Виливок такого типу відносять до 4-ї групи складності. В залежності від деталі (0,6 кг) відносимо виливок за масою до 1-ї групи - дрібні (до 100 кг).

Дана деталь виготовляється з матеріалу сталь 20Л масова частка компонентів якої наведена у табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Масова частка компонентів сталь 20Л ГОСТ977-88

Марка сталі	Масова доля елемента в сплаві, %				
	C	Mn	Si	P, не більше	S, не більше
20Л	0,17...0,25	0,45...0,90	0,2...0,52	0,04	0,045

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА		
Розроб.	Ніколаєв В.В.						
Перевір.	Гурія І.М.						
Н. Контр.	Федоров Г.Є.						
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					ІФФ, гр. ФЛ-81мп		

Спосіб лиття за моделями, що витоплюються має такі переваги:

- модель не роз'ємна, що підвищує точність литва;
- зменшуються припуски на механічне оброблення;
- спрощується формоутворення, оскільки в якості наповнювача використовують сухий пісок без зв'язувального компонента;

Але цей спосіб має також свої недоліки:

- специфічні дефекти;
- великі витрати на витоплювання модельного складу, і затратне сушіння.

Виготовлення проводиться у контейнерах. При виробництві будуть використовуватись машини для заповнення контейнерів піском, для приготування та подачі вогнетривкої суспензії, для переміщення моделей, вибивання, очищення та інші.

## 8.2 Припуски на механічне оброблення виливка

Лиття за моделями, що витоплюються полягає у виготовленні моделі із матеріалу, розплавленням з якого отримують нероз'ємну форму. Цей метод має ряд переваг перед іншими видами лиття, дозволяючи отримувати виливки практично з будь-яких сплавів, в тому числі зі сплавів, що не піддаються кування, штампуванню, що ускладнюють механічну обробку; об'єднувати кілька деталей в одну для поліпшення конструкції і працездатності виробу; виготовляти з сталей та інших сплавів виливка розмірами по 5-му...7-му класу точності та шорсткості по 3-му...6-му класу чистоти. Застосування лиття за моделями, що виплавляються для отримання деталей, що виготовлялися раніше шляхом складної механічної обробки, знижує трудомісткість такої обробки в два рази і більше, зменшує витрату металу і скорочує вартість готових деталей [5].

Відповідно «Нормування значення шорсткості поверхні Ra і способи їх досягнення» [6] значення шорсткості по 3-му...6-му класу чистоти  $Ra = 3,2 \dots 25$ , що в нашому випадку цілком задовольняє відповідні значення на кресленню.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.3 Визначення кількості виливків у формі

Зважаючи на умови серійності виробництва, кількість виливків на одному стояці повинна бути оптимальною, щоб зменшити витрати на виготовлення моделей та прискорення процесів. Враховуючи всі ці умови, розташовуємо по 3 виливка на одному ярусу, вертикально 4 яруси по 3 виливка, в сумі 12 виливків на одному стояці.

### 8.4 Розрахунок ливникової системи

Ливниковою системою називається воронка для прийому розплаву і сукупність каналів, по яких підводиться метал до порожнини форми.

Призначення ливникової системи:

- забезпечити безупинну, рівномірну і спокійну подачу розплаву в порожнину форми;
- передбачити живлення виливка розплавом під час його затвердіння й усадці;
- затримати проникнення шлаку й інших неметалевих включень у форму;
- попередити руйнування керамічної оболонки під дією струменя металу.

Однією з важливих умов отримання якісного виливка є правильна конструкція ливникової системи. Враховуючи розміри нашого виливка, товщину стінки та вагу, застосовуємо ливникову систему з центральним стояком.

Ливникова система для виготовлення виливка являє собою стояк, до якого з різних сторін приєднуються виливки (12 шт.) з живильниками. Стояк є одночасно ливниковим ходом і надливом. Центральне положення стояка сприяє направлених кристалізації.

Розрахунок ливникових систем починають зі знаходження модуля  $\delta$  теплового вузла, який являє собою циліндр із зовнішнім діаметром  $d_1 = 85$  мм і внутрішнім діаметром  $d_2 = 50$  мм, з товщиною стінки 15 мм. Модулем теплового вузла (приведена товщина) є відношення його площі поперечного

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перерізу до периметру. Площа перерізу, перпендикулярну до напрямлення підведення розплаву, визначаємо за формулою;  $P = 2(15 + 2 * 85)$ , тоді [4]:

$$\delta = \frac{S}{P} = \frac{85 \cdot 15}{2(15 + 2 \cdot 85)} = 3,4 \quad (8.1)$$

Довжину живильника приймаємо відповідно до рекомендацій, яку рекомендують  $l_{ж} = 4 \dots 8 = 5$  мм та діаметром 17 мм.. Користуючись літературними даними [4], для  $\delta = 3,4$  то  $G_{ст} = 200$  г і  $\delta_0 = 3,5$  мм, за цими даними обраємо діаметр стояка  $D_{ст} = 60$  мм та приведена товщинна живильника  $\delta_{п} = 4,25$ , знаходимо модуль охолодження стояка:

$$\delta_{ст} = \frac{2(\delta_0^3 G)^{1/4} l_{п}^{1/3}}{\delta_{п}} = 9,7 \quad (8.2)$$

Якісний виливок можна отримати тільки при умові  $\delta_{ст} > \delta_{ж} > \delta_0$ , так як при такій умові забезпечується направлене твердіння від виливка до стояка. Оскільки  $9,7 > 4,25 > 3,5$ , то буде створене направлене твердіння.

## 8.5 Опис технологічного процесу

### 8.5.1 Вибір модельної композиції.

Сплав Р-3 ГОСТ 784-53 склад сплаву:

- парафін;
- синтетичний церезин;
- кубічний залишок термічного крекінга парафіну;
- гірський віск.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.5.2 Виготовлення моделі з модельної композиції

Приготувати модельну суміш:

- розплавити сплав Р-3 до температури 80...85°C;
- запустити насос та воду у сорочку;
- охолодити суміш до температури 53...67°C;
- перекачати суміш по шлангу з електропідігрівачем у шприц-машину необхідну кількість, одночасно увімкнути механізм для перемішування.

Виготовлення моделей: приготувати прес-форми, очистити та промити у уайтспірит від змазки, перевірити вільний хід зібрання та розібрання. При наявності ям, завалів та інших пошкоджень передати прес-форму на ремонт.

Змазати прес-форму та знаки тонким шаром скипидару або трансформаторного масла, зібрати прес-форму і віддати на пресування.

При повторному використанні прес-форму гарно вичистити.

Приготувати шприц-апарат до запресування:

- перевірити рівень води у баку, при необхідності долити;
- підігріти воду до температури 58...64°C;
- підігріти рукав до температури 52...60°C;
- слідкувати за підігрівачами рукава виходу суміші із насосу;
- декілька раз пропустити рідку суміш через рукав у бак;
- довести суміш до густого стану;
- переконатися у гарній роботі насоса та рукава, приступити до

запресовуванню форм.

Приготувати дощову установку. Заповнити бак водою для повного затвердіння моделей. Відчинити кран для подачі води у розприскувачі.

Заповнену прес-форму подати до води шляхом повороту стола дощової установки для охолодження.

Розібрати прес-форму, оглянути модель, придатну помістити для кінцевого охолодження у бак з водою. Очистити прес-форму, змазати, зібрати та подати

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для запресовування. По мірі на копичення моделей у воді, моделі виймаються у дерев'яні ящики та переміщують на стелаж у один ряд при складній та тонкій конфігурації, або у декілька рядів при більш простій конфігурації моделі.

Зачистити модель під напаявання.

Виготовлення форм-блоків:

Приготувати ливники під напаявання: ливники виготовляються шляхом занурення алюмінієвих стержнів у гарячу масу Р-3 з температурою 65...68°C. Товщина нанесеного шару складає 5...7 мм.

### 8.5.3 Вогнетривка суспензія

Склад вогнетривкої суспензії:

- Етилсилікат  $\text{SiO}_2 = 30\%$  ;
- Спирт;
- Соляна кислота;
- Вода дистильована;

Для гідролізу додаємо, 57% етилсилікату, 32% спирту, соляної кислоти 3%, воду дистильовану 7%. Провести гідроліз  $\text{SiO}_2$  та  $\text{HCL}$ .

- пустити пневмоперемішувач;
- залити в гідролізатор у порядку:
- етилсилікат;
- етиловий спирт;
- воду з кислотою
- при досягненні температури гідролізу 45°C зупинити перемішування та охолодити;
- злити гідролізований розчин в посудину;
- промити та вичистити гідролізатор від залишків

Весь можливий осад у етилсилікаті отримані при зберіганні у металевій тарі у роботу не використовується.

Приготувати суспензію для облицювання, перемішати гідролізований

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчин та маршаліт, після цього перевірити щільність. Довести щільність по ТУ шляхом додавання маршаліту або гідролізованого розчину. Витримати суспензію 5...7 хвилин для виходу повітря, знову перемішати та приступити до облицювання. Після кожних 10...15 хвилин суспензію перемішувати. Щільність повинна складати 1,7...1,72 г/см<sup>3</sup>.

#### 8.5.4 Виготовлення керамічної оболонки

Провести облицювання блоків суспензією, від 4 до 11 шарів, висушити на повітрі та в шафі із аміаком.

Виплавляння моделі із блоків:

- викласти блоки на решітку ванни в один поверх і опустити решітку на дно ванни з витримкою 3...5 хвилин;
- підняти решітку із дна ванни, вийняти металеві стрижні або ручки-тримачі, опустити решітку з блоками на дно ванни та витримати 7...10 хвилин;
- підняти решітку з блоками, зняти блоки, при знятті з блоків вилити з кожного блоку воду шляхом перевертання; передати блоки на ливарну дільницю;
- очистити решітку ванни від керамічних залишків.

Прогартувати форми:

- встановити формувальні опоки на прокатний під печі та підсипати в опоки шар наповнювального піску 20...30 мм;
- встановити блоки продуті стисненим повітрям, накрити кришками та засипати опоки наповнюваним піском;
- зняти кришки, закотити під у піч, загартувати форми;
- викотити форми за 10...15 хвилин до подачі сталі під заливання.

#### 8.5.5 Заливання

Підготувати шихтові матеріал та переплавити, метал довести за хімічним складом див табл. 3.1.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.5.6 Вибивання та фінішні операції

Вибивання виливків відбувається при температурі 150...300°C. На вібраційній решітці, щоб відділити виливки від вогнетривкого наповнювача. Далі виливки проходять вилововування, для розчинення керамічної оболонки, після очищення виливків від керамічної оболонки, їх потрібно відділити від стояка, за допомогою гідравлічного пресу (труби) на 3...4 мм. більша за розмір стояка. Після відділення виливків від стояка, виливки зачищають у дробометній машині, після чого виливки проходять контроль. При годні до використання віддають на термічну обробку, браковані ділять на виправний брак і невиправний брак. Виправний брак відають на дільницю механічної обробки, не виправний брак іде на переплав.

### 8.6 Термічне оброблення виливків.

Термічне оброблення виливків обов'язкова при виготовленні виливків за моделями, що витоплюється, через те, що виливок охолоджується з формою (контейнером) де знаходяться велика кількість виливків і це впливає на швидкість охолодження.

Температурна обробка виливка для сталі 20Л така, нормалізація 880 – 900 °C з подальшим високим відпуском 610 – 630 °C.

### 8.7 Розрахунок конструкції прес-форми

Основне призначення прес-форми – отримання моделі, що витоплюється, заданої конфігурації з необхідними розмірами, об'ємною масою та рівномірним розподіленням властивостей в різних частинах моделі при мінімальних витратах енергії та часу.

Матеріал для моделі повинен мати гарну корозійну стійкість, достатню механічну міцність, малу масу та вартість. Обирається, як матеріал для прес-

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



форми, алюмінієвий сплав АК7 ГОСТ 1583-93. Використання цього матеріалу забезпечить всі потрібні властивості прес-форми.

Виготовлення прес-форми здійснюють за допомогою лиття. Точність поверхонь – 7...8 класу ГОСТ 3212-92. Робочі порожнини механічно обробляють на станках з наступним доведенням абразивами, поверхонь до потрібної шорсткості.

Розміри робочої порожнини призначаємо з урахуванням усадки модельного матеріалу та усадки сплаву з якого виготовляється виливок. Розрахунок розмірів робочої порожнини проводимо для зовнішніх розмірів виливка, за формулою:

$$D_n = D_0 \cdot \left(1 + \frac{y_{\text{заг}}}{100}\right), \quad (8.3)$$

де  $D_n$  – номінальний розмір робочої порожнини прес-форми, мм;

$D_0$  – номінальний розмір виливка, мм;

$y_{\text{заг}}$  – узагальнена лінійна усадка, %, яка розраховується за формулою:

$$D_n = 68 \cdot \left(1 + \frac{2.7}{100}\right) = 67.8 \text{ мм}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ПІДП'ЯТНИК»

### 9.1 Конструкція деталі

#### 9.1.1 Загальна характеристика литої деталі.

Деталь «Підп'ятник» - основна деталь для фіксації, або контролю висоти та нахилу деталі.

Виливок «Підп'ятник» повинен має вискі механічні та експлуатаційні властивості, повинен витримувати динамічні навантаження, які будуть на нього діяти під час роботи та водночас, має бути зроблений із недорогого матеріалу.

За призначенням, відносимо до виливків загального призначення, за масою виливок відноситься до малогабаритних – деталь масою 7кг.

#### 9.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Технологічний процес повинен забезпечити виготовлення в необхідній кількості виливків з дотриманням технічних вимог, щодо геометричної, розмірної та масової точності, повинен мати високі техніко-економічні показники. Вибір технологічного процесу, здійснюється на основі аналізу основного показника – економічної ефективності (сумарні витрати на одиницю продукції), з числа рівноцінно можливих, який залежить від групи складності виливка, роду сплаву, маси та габаритних розмірів, характеру виробництва. Обирано виготовлення виливка в сирих піщано-глинястих формах [9].

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколаєв В.В.			РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

### 9.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі й вибір площини розніму моделі і форми

При виборі площини розніму моделі (форми) керуємося наступними правилами, положеннями з ГОСТ 3.1125-88:

- мінімальна кількість роз'ємів, горизонтальним по можливості ;
- більша частина виливка повинна знаходитися в нижній півформі;
- поверхні, які оброблюються слід розміщувати в одній півформі;
- встановлення стрижнів повинно бути зручним і надійним;
- роз'єм моделі повинне забезпечувати легке видалення моделі, без додаткових від'ємних частин;
- забезпечення надійністю, та можливість контролю правильного збирання;
- безпечне видалення газів із стрижнів, співпадаючі з напрямом їх природнім рухом;
- зручність підведення металу,
- забезпечення повного заповнення.

Виливок має просту геометричну форму, вісь обертання. Тому розміщуємо виливок вертикально до його вісі обертання. Це положення буде зручним для формування та подальшого безпечного вилучення моделі із форми. Положення виливка показано на рис. 9.1.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

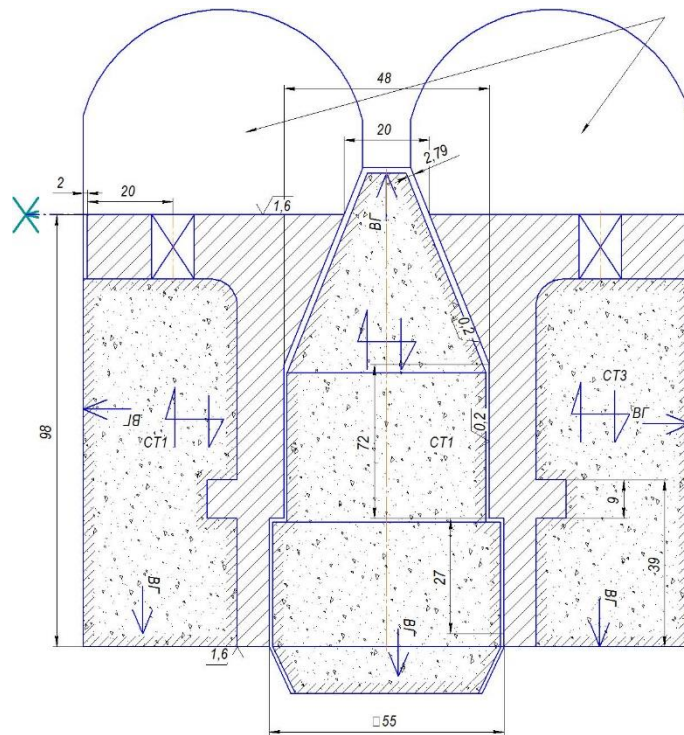


Рисунок 9.1 – Розміщення виливка у формі

#### 9.1.4 Усадка металу виливка

Усадка виливка (зміна об'єму та лінійних розмірів) проходить на всіх стадіях формування виливка із рідкого металу. Вона сприяє утворенню усадкових раковин та поруватості, ливарних напружень, гарячих та холодних тріщин, його герметичність та щільність, впливає на вагову точність виливка. Усадкові процеси, які протікають при формуванні виливка, температурою його перегріву над лінією ліквідусу, визначаються хімічним складом металу, фазовими переходами в рідкому та твердому станах, так і при подальшому його охолодженні в формі, наявністю домішок в металі та швидкістю відведення тепла. [5]

Ливарна (утруднена) усадка, для сплаву сталі становить  $y = 1,8...2,2 \%$

За рахунок того, що при виготовленні виливка у сирих піщано-глинястих форм використовують суміш з вмістом глинястої складової 4...9%, що мають високу податливість, небезпеки виникнення тріщин немає.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.5 Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

Величину припусків на механічну оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85.

Таблиця 9.1 - Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

№	Найменування	Характеристика
1	Вид технологічного процесу	Лиття у сирі форми
2	Тип сплаву	Сталь 20Л
3	Маса виливка, кг	7
4	Найбільший габаритний розмір, мм	140
5	Клас розмірної точності виливка	8
7	Ступінь точності поверхонь виливка	6
8	Клас точності маси виливка	10
9	Ряд припуску на механічну обробку	13

Припуск на механічну оброблення, з урахуванням масштабу, зображуємо суцільною лінією.

Таблиця 9.2 - Припуски розмірів на механічне оброблення

Номінальний розмір , мм	10	40	70	84	98	140
Мінімальний допуск номінального розміру виливка, мм.	1,3	1,3	2,1	2,1	1,3	1,4
Допуск форми та розміщення поверхні виливка , мм	1,8	1,8	2,8	2,8	2,3	1,8
Вид кінцевого оброблення	Чистова					
Загальний допуск на номінальні розміри, мм	3,1	3,1	4,9	4,9	3,6	3,2
Припуск на механічне оброблення, мм	4	4	6	6	4	4

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.6 Визначення кількості та конструкції стрижнів

Для виконання внутрішньої конфігурації виливка застосовується один стрижень. Для виконання зовнішньої конфігурації потрібно два півкруглих стрижні. Формувальні уклони для внутрішнього стрижня показані у табл. 9.3.

Стрижень має циліндричну форму з виступом з одного боку, розмір виступа 36 мм у ширину та 80 мм по довжину від центральної осі.

Таблиця 9.3 – Формувальні уклони та технологічні зазори.

Позначення стрижня	Довжина, мм	Ширина, мм	Зазор $S_1$ , мм	Кут $\alpha$	Кут $\beta$
Ст. 1	110	55	2,79	7°	15°

Розміри вертикальних та горизонтальних стрижневих знаків проставляємо у відповідності з ГОСТ 3212-92.

Стрижень та його знаки зображуємо за масштабом креслення суцільною тонкою лінією. Стрижні в розрізі штрихуємо тільки біля контурних ліній.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижня, місця виводу газів із форми та стрижня, позначаючи літерами ВГ (вивід газів) згідно з ГОСТ 3.1125-88.

### 9.1.7 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення

З урахуванням габаритних розмірів, а саме 140x98 та масу виливка 7 кг виливка, серійність виробництва, а також розміщення елементів ливникової систем, доцільно буде розмістити 2 виливки у формі.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.8 Характеристика модельного комплекту

Щоб забезпечити достатню точність, сталість розмірів та довговічність для необхідної серійності виробництва доцільно буде використовувати металевий модельний комплект.

Металевий модельний комплект має такий склад:

- модель верху (2 шт);
- модель низу (2 шт);
- модельна плита низу (1шт);
- модельна плита верху (1шт);
- моделі елементів ливникової системи.

### 9.1.9 Розрахунок розмірів опок

Необхідні розміри опок визначають розрахунком, виходячи з розміщення виливків у формі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками та виливками до стінки опоки, необхідного шару суміші над і під виливком [6].

Значення необхідних для розрахунку нормативних відстаней наведені у табл. 9.4

Таблиця 9.4 – Нормативні відстані

Позначення	a	б	в	г	L <sub>min</sub>	В <sub>шл</sub>
Рекомендовано, мм	50...75	40...75	100...120	0,5h	50...80	30...40
Приймаємо, мм	50	40	100	112	50	30

Довжина опоки визначається за формулою:

$$L = 2 \cdot a + 2 \cdot A + \gamma + 2 \cdot L_{ст} , \quad (9.1)$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $L$  – розрахункова довжина опоки, мм;

$a$  – відстань від виливка до стінок опоки :  $a = 50$  мм.

$A$  – довжина виливка :  $A = 260$  мм;

$\Gamma$  – відстань між виливками :  $\Gamma = 112$  мм.

$L_{\text{ст}}$  – довжина знакових частин стрижня:  $L_{\text{ст}} = 0$ ;

Підставивши значення у формулу (9.1) отримуємо:

$$L = 2 \cdot 50 + 2 \cdot 260 + 112 + 2 \cdot 0 = 732 \text{ мм.}$$

Ширина опоки визначається за формулою:

$$B = 2 \cdot a + 2 \cdot C + 2 \cdot L_{\text{min}} + B_{\text{шл}}, \quad (9.2)$$

де  $B$  – розрахункова ширина опоки, мм;

$a$  – відстань від виливка до стінок опоки :  $a = 50$  мм;

$C$  – ширина виливка :  $C = 260$  мм;

$L_{\text{min}}$  – відстань між шлаковловлювачем і виливком :  $L_{\text{min}} = 20$  мм ;

$B_{\text{шл}}$  – ширина шлаковловлювача :  $B_{\text{шл}} = 36$  мм;

Підставивши значення у формулу (9.2) отримуємо:

$$B = 2 \cdot 50 + 260 + 20 + 36 = 416 \text{ мм.}$$

Висота нижньої опоки визначається за формулою:

$$H_{\text{нижн. оп.}} = H_{\text{нижн. мод.}} + B, \text{ мм} \quad (9.3)$$

де  $H_{\text{нижн. мод.}}$  – частина моделі, яка знаходиться в нижній опоці, мм;

$B$  – відстань від низа опоки до низа моделі,  $B = 40$  мм.

Підставивши значення у формулу (9.3) отримуємо:

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$H_{\text{нижн. оп.}} = 125 + 40 = 165 \text{ мм.}$$

Висота верхньої опоки визначається за формулою:

$$H_{\text{вер. оп.}} = H_{\text{вер. мод.}} + б, \text{ мм} \quad (9.4)$$

де  $H_{\text{вер. мод.}}$  – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

$б$  – відстань від верха опоки до верха моделі,  $б = 40$  мм.

де  $H_{\text{вер. мод.}}$  – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

$б$  – відстань від верха опоки до верха моделі,  $б = 40$  мм.

Підставивши значення у формулу (9.5) отримуємо:

$$H_{\text{вер. оп.}} = 40 + 40 = 80 \text{ мм.}$$

Відповідно з ГОСТ 22096-84 вибираємо опоки для виготовлення ливарних форм на автоматичних формувальних лініях, мм:

$$L \times B \times \frac{H_{\text{вер. оп.}}}{H_{\text{нижн. оп.}}} = 800 \times 600 \times \frac{150}{150}.$$

Опоки для автоматичної формовки виготовляють суцільнолитими з чавуну ВЧ 400-15 за ДСТУ 3925-99 або зі сталі марок 30Л, 35Л, 40Л і 45Л за ГОСТ 977-88. Маса опоки складає:  $m_v = 250$  кг,  $m_n = 250$  кг.

#### 9.1.10 Характеристика вибраних опок

Опока складається з рамки, ребер жорсткості, елементів транспортування, центрування, кріплення.

В проєкті використовуються суцільнолиті чавуні опоки марки ВЧ 400-15 прямокутної форми. Центрування опок проводимо з допомогою штирів центрування. Транспортування опок виконується на бігових доріжках.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.11 Розрахунок ливникової системи

Площа перетину живильників на один виливок визначається за формулою:

$$F_{\text{жив.лив.}} = \frac{Q_{\text{в}}}{\mu \cdot \tau \cdot 0,31 \cdot \sqrt{H_p}}, \text{ см}^2 \quad (9.6)$$

де  $Q_{\text{в}}$  – маса виливка:  $Q_{\text{в}} = (1,15 \dots 1,20) \cdot Q_{\text{дет.}} = 1,20 \cdot 10 = 12 \text{ кг}$

$Q_{\text{дет.}}$  – маса деталі, кг.

$\mu$  – коефіцієнт втрати, який характеризує загальний гідравлічний опір форми руху металу;

$\tau$  – тривалість заливання, с;

$H_p$  – розрахунковий металостатичний напір, см.

Коефіцієнт витрат  $\mu$  для виливків, що заливаються в сиру форму має значення  $0,35 \dots 0,5$ , приймаємо  $\mu = 0,4$ .

Так, як  $Q_{\text{в}} < 12 \text{ кг}$  то тривалість заливання форми розраховуємо за формулою:

$$\tau = S \cdot \sqrt{Q_{\text{в}}}, \text{ с} \quad (9.7)$$

де  $S$  – коефіцієнт який залежить від товщини стінки виливка:  $S = 1,68$ ;

$Q_{\text{в}}$  – маса виливка, кг.

Підставивши усі дані в формулу (9.7), отримуємо:

$$\tau = 1,85 \cdot \sqrt{12} = 6,2 \text{ с.}$$

$H_p$  – розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_p = H_o - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \text{ см} \quad (9.8)$$

де  $H_o$  – відстань від рівня металу в чаші до рівня введення в порожнину ливарної форми, см;

$P$  – висота частини виливка в верхній півформі:  $P = 4$  см;

$C$  – висота виливка в положенні при заливанні:  $C = 15$  см.

Підставивши дані в формулу (9.8), отримуємо:

$$H_p = 17 - \frac{4^2}{2 \cdot 150} = 16,59.$$

Знайшовши усі данні за формулою (9.6) знаходимо значення площі перетину живильників на один вилівок:

$$F_{\text{жив.1вил.}} = \frac{264}{0,4 \cdot 30 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{20,8}} = 2 \text{ см}^2$$

За конфігурацією та масою виливка приймаємо співвідношення елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{\text{жив.}} : \Sigma F_{\text{шл.}} : \Sigma F_{\text{ст.}} = 1 : 1,1 : 1,07 \quad (9.9)$$

де  $\Sigma F_{\text{жив.}}$  – сумарний перетин живильників,  $\text{см}^2$ ;

$\Sigma F_{\text{шл.}}$  – сумарний перетин шлаковловлювача,  $\text{см}^2$ ;

$\Sigma F_{\text{ст.}}$  – сумарний перетин стояка,  $\text{см}^2$ .

Сумарний перетин живильників визначаємо за формулою:

$$\Sigma F_{\text{жив.}} = F_{\text{жив.1вил.}} \cdot n_{\text{вил.}}, \text{ см}^2 \quad (9.10)$$

де  $n_{\text{вил.}}$  – кількість виливків у формі:  $n_{\text{вил.}} = 2$ .

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставляємо всі значення в формулу (9.10):

$$\Sigma F_{\text{жив.}} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ см}^2.$$

Тоді сумарний перетин елементів з системи (9.9), складає:

$$\Sigma F_{\text{шл.}} = 1,1 \cdot 4 = 4,4 \text{ см}^2,$$

$$\Sigma F_{\text{ст.}} = 1,07 \cdot 8,8 = 12,57 \text{ см}^2.$$

Розрахуємо розміри поперечного перетину живильника.

Для підводу металу у порожнину форми використовуємо по два живильника сферичної форми на один виливок.

Площа поперечного перетину одного живильника визначається:

(9.11)

$$F_{\text{жив.1вил.}} = \frac{\Sigma F_{\text{жив.1вил.}}}{n_{\text{жив.}}}, \text{ см}^2$$

де  $\Sigma F_{\text{жив.1вил.}}$  – сумарний перетин живильників на один виливок,  $\text{см}^2$ ;

$n_{\text{жив.}}$  – кількість живильників на один виливок.

Підставивши данні у формулу (9.11), отримуємо:

$$F_{\text{жив.1вил.}} = \frac{2}{2} = 1 \text{ см}^2.$$

Радіус живильника:

$$r_{\text{жв.}} = \sqrt{\frac{2F}{\pi}}, \quad (9.12)$$

$$r_{\text{жв.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,7}{\pi}} = 2,3 \text{ см.}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

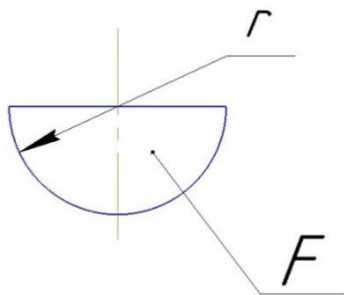


Рисунок 9.3 – Переріз живильник

Так, як після стояка метал, що заливається у форму, тече у двох напрямках, то площа поперечного перерізу шлаковловлювача дорівнює половині сумарної поперечної площі шлаковловлювача:

$$F_{\text{шл.}} = \Sigma F_{\text{шл.}} / 2, \quad (9.13)$$

$$F_{\text{шл.}} = 8,8 / 2 = 4,4 \text{ см}^2.$$

Приймаємо шлаковловлювач напівкруглої форми з відповідними лінійними розмірами:

$$r_{\text{шл.}} = \sqrt{\frac{2F}{\pi}}, \quad (4.14)$$

$$r_{\text{шл.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16,32}{\pi}} = 3,2 \text{ см.}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

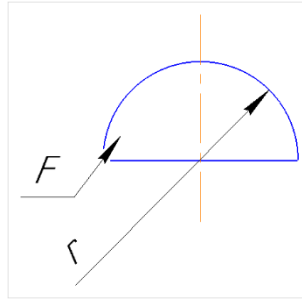


Рисунок 9.4 – Переріз шлаковловлювача

Визначення розмірів стояка полягає у розрахунку розміру його найтоншої частини.

$$d_{ст.} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ст.}}{\pi}}, \quad (9.15)$$

$$d_{ст.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 33,8}{3,14}} = 4 \text{ см.}$$

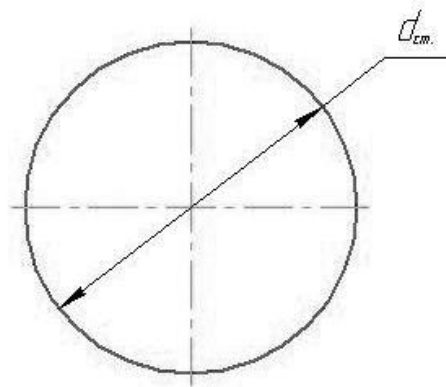


Рисунок 9.5 – Переріз стояка

#### 9.1.12 Розрахунок розмірів надливів

Надлив – це один з елементів ливникової системи чи порожнини ливарної форми який виконує функцію підживлення виливка рідким металом у період твердіння та усадки. Слугує для запобігання виникненню усадкових дефектів.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після вилучення и охолодження виливка надлив відокремлюють в процесі фінішних операцій [5].

Для попередження усадкових дефектів у виливку використовується дві пари закритих надливів . Параметри надливів наведенні у табл. 9.7.

Таблиця 9.7 – Параметри надливів

Індекс позиції	Тип надливу	Об'єм надливу, м3	Висота, мм	Ширина, мм	Довжина, мм
1	Закриті, які працюють під	0,08	40	78,5	260
2	атмосферним тиском	0,045	40	78,5	2600

#### 9.1.13 Вибір формувальних і стрижневих сумішей

Вимоги до форми, форма повинна:

- чинити опір тиску розплаву і при цьому не змінювати свою конфігурацію;
- витримувати високі температури, не розплавляючись і не вступаючи в хімічну взаємодію з газами та металом;
- мати достатню пористість, для того щоб забезпечити вивід газів з форми;
- регулювати швидкість охолодження виливка за рахунок поглинання тепла при охолодженні виливка.

Ці вимоги можуть бути забезпечені використанням високоякісних формувальних матеріалів і сумішей, виготовлених на їхній основі.

Використовуємо єдину піщано-глинясту суміш, яка використовується для сталевих литва. Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в табл. 9.8 та 9.9.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.8 – Склад та властивості суміші для формування по-сирому

Назва	Масова доля складових, %			Властивості суміші			
Єдина піщанно-глиняста суміш	Основні матеріали			Міцність при стиску, Мпа	Газопроникність, од	Вологість, %	Текучість по Г.М.Орлову, %
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок	Бентоніт П1Т1А				
	90...95	3...8	1...3	0,3...0,6	60...80	4,5...6	45...50

Таблиця 9.9 – Склад та властивості стрижневої суміші

Склад, % мас			Властивості			
Кварцовий пісок марки ЗКЗ ОЗ 016	Синтетична смола ФФ-1Ф	Каталізатор БСК	Газопроникність, ум. од	Живучість, хв	Час витримки стрижня в ящику, хв	Міцність після витримки, МПа, не
100	2,0...2,5	0,5...0,6	200...250	5...10	до 60	0,7

У формувальній та стрижневій сумішах, у якості наповнювача використовуємо кварцовий пісок, згідно ГОСТ 2138-91. Характеристика піску наведена в таблиці 9.10.

Для формувальної суміші зв'язувальним компонентом є бентонітова глина П1Т1А.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 9.10 – Характеристика формувального піску

Марка піску	Масова частка компонентів, %			Середній розмір зерна, мм
	Глиниста складова	SiO <sub>2</sub>	Коефіцієнт неоднорідності	
ЗКЗ ОЗ 016	0,1...0,5	99	60...70	0,19...0,23

## 9.2 Технологія приготування сумішей

Для виготовлення формувальних сумішей, як устаткування обираємо коткові змішувачі періодичної дії. У чашу змішувача подають сухі компоненти, такі як: пісок кварцовий, оборотна суміш, бентонітова глина, після чого додають воду, яка замочує зв'язуючий компонент, глину, та утворює зв'язувальну композицію. Тривалість процесу перемішування 5...20 хв [3].

Для приготування стрижневих сумішей також використовують шнекові змішувачі. На початку в чашу змішувача подають через живильник та ваговий дозатор пісок та ферохромовий шлам. Після перемішування з баку через ваговий дозатор додають рідку композицію: зв'язувальний компонент та спеціальні добавки. Після перемішування, готова суміш подається в опоку або стрижневий ящик [3].

## 9.3 Технологія виготовлення форми

Форма виготовляється на струшувальній формувальній машині з допресовкою.

Операції формування:

- на плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проводимо покриття поверхні моделі та площини розділовим покриттям;
- відкриваємо жалюзі бункера та заповнюємо опоку формувальною сумішшю;
- вмикаємо режим струшування, відбувається ущільнення суміші
- вмикаємо механізм допресування;
- вмикаємо механізм витягування моделі;
- готова півформа кантується та зіштовхується на конвеєр. Паралельно на іншій формувальній машині виконується нижня півформа.

#### 9.4 Технологія виготовлення стрижнів

Виготовлення стрижнів відбувається на піскострільній машині. В встановлений на столі машини стрижневий ящик через насадку подають стрижневу суміш. Для виходу відпрацьованого повітря у стрижневому ящику завчасно спроектовані венети. Після заповнення ящика стрижневою сумішшю необхідної щільності, ящик знімають з робочого столу. При необхідності сушать і після витягують готовий стрижень з ящика [2].

#### 9.5 Вибір способу захисту виливка від пригару

Пригар – шлакоподібний силікатний шар із оксидів металу, силікатних фаз та формувальних матеріалів, який міцно зчеплений з поверхнею виливка. Зменшити або ж уникнути утворення пригару можна шляхом створення відновлювальної атмосфери в порожнині ливарної форми та на межі «метал-форма» при заповненні її розплавом до моменту утворення на поверхні виливка твердої кірочки затверділого сплаву [3].

Для попередження утворення пригару поверхню форми покриваємо протипригарною фарбою (табл. 9.11).

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.11 – Склад протипригарної фарби

Склад, %				Властивості		
Графіт		ЛСТ	Розчинник	В'язкість, с	СНЗ, мгс/см <sup>2</sup>	Щільність, кг/м <sup>3</sup>
ГЛС-1	ГЛ-1		ПМЦ, ОЕЦ, ПВС			
ГЛС-2	ГЛ-2		в'язкістю, с			
			21...23			
25	10	5	60	55...60	3,8...4,2	1350

#### 9.6 Розрахунок піднімальної сили

Для проведення розрахунків використовуємо формулу:

$$P\Sigma = k \cdot (P_{\text{в.пф}} + P_{\text{ст}} + P_{\text{л.с.}}) - (G_{\text{в.пф}} + G_{\text{ст}}), \text{ Н} \quad (9.17)$$

$k$  - коефіцієнт запасу, який враховує гідравлічний удар в кінці заливання.

Приймаємо  $k = 1,4$ ;

$P_{\text{в.пф}}$  - тиск, діючий на верхню півформу, Н;

$P_{\text{ст}}$  - тиск, діючий на стрижень, Н;

$P_{\text{л.с.}}$  - сила тиску металу через ливникову систему, Н;

$G_{\text{в.пф}}$  - маса верхньої півформи, Н;

$G_{\text{ст}}$  - маса стрижня, Н.

Тиск, діючий на верхню півформу визначаємо за формулою:

$$P_{\text{в.пф}} = F_{\text{г.пр}} \cdot n \cdot \rho_{\text{ме}} \cdot g \cdot h_{\text{с}}, \text{ Н} \quad (9.18)$$

де  $F_{\text{г.пр}}$  - площа горизонтальної поверхні виливка.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У нашому випадку  $F_{г.пр} = 0,19 \text{ м}^2$ ;

$n$  – кількість виливків у формі, шт;

$\rho_{\text{ме}}$  - густина металу що заливається.

Для сталі 15Л приймаємо  $\rho_{\text{ме}} = 7700 \text{ кг/м}^3$  ;

$h_{\text{ст}}$  - середній металостатичний напір в кінці заливання.

Приймаємо  $h_{\text{ст}} = 0,15 \text{ м}$ .

Підставивши значення в формулу (9.18) отримаємо:

$$P_{\text{в.пф}} = 0,19 \cdot 2 \cdot 7700 \cdot 9,81 \cdot 0,15 = 4\,305 \text{ Н.}$$

Тиск, що діє на стрижень, розраховується за формулою:

$$\sum P_{\text{ст}} = n_{\text{стр.}} \cdot V_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot g, \text{ Н} \quad (9.19)$$

$n_{\text{стр}}$  – кількість стрижнів у формі, що знаходяться під дією піднімальної сили:  $n_{\text{стр.}} = 4$ ;

де  $V_{\text{ст}} = 0,014 \text{ м}^3$  – об'єм стрижня що знаходиться під дією піднімальної сили;

Підставивши значення в формулу (9.19) отримаємо:

$$\sum P_{\text{ст}} = 1 \cdot 0,014 \cdot 7700 \cdot 9,81 = 1057 \text{ Н.}$$

Силу тиску металу через ливникову систему визначаємо за формулою:

$$P_{\text{л.с.}} = F_{\text{г.пр.лс}} \cdot \rho_{\text{ме}} \cdot g \cdot H_1, \text{ Н} \quad (9.20)$$

де  $F_{\text{г.пр.лс}} = 0,0083 \text{ м}^2$  – площа горизонтальної проекції ливникової системи;

$H_1 = 0,4 \text{ м}$  – висота стовпа металу від його рівня в ливниковій чаші до роз'єму форми.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши значення в формулу (9.20) отримаємо:

$$P_{\text{лс}} = 0,0083 \cdot 7700 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 250 \text{ Н.}$$

Вагу верхньої півформи визначаємо за формулою:

$$G_{\text{впф}} = (m_{\text{опоки}} + m_{\text{сум.}}) \cdot g, \text{ Н} \quad (9.21)$$

де  $m_{\text{оп}}$  - маса верхньої опоки, кг;

$m_{\text{ф.с.}}$  - маса формувальної суміші у верхній опоці, кг;

Масу формувальної суміші у верхній опоці визначаємо за формулою:

$$m_{\text{ф.с}} = (V_{\text{в.пф}} - V_{\text{вил}}) \cdot \rho_{\text{сум}} \quad (9.22)$$

де  $V_{\text{в.пф}}$  – об’єм верхньої півформи, м;

$V_{\text{вил}}$  – об’єм виливка, що знаходиться у верхній півформі, м;

$\rho_{\text{сум}}$  - густина формувальної суміші. Приймаємо  $\rho_{\text{сум}} = 1650 \text{ кг/м}^3$  ;

Підставивши значення в формулу (9.22) отримаємо:

$$m_{\text{ф.с}} = (1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,225 - 0,0123 \cdot 2) \cdot 1650 = 464 \text{ кг}$$

Підставивши значення в формулу (9.21) отримаємо:

$$G_{\text{впф}} = (250 + 464) \cdot 9,81 = 7004 \text{ Н.}$$

Підставивши значення в формулу (9.17) отримаємо:

$$P_{\Sigma} = 1,4 \cdot (4305 + 1057 + 250) - (7004 + 58) = -2030 \text{ Н}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки  $R\Sigma = -2030 \text{ Н}$ , то на верхню опоку не потрібно встановити вантаж  
Розрахунок температури перед випуском із печі виконується за наступною формулою:

$$T_{\text{вип}} = T_{\text{зал}} + T_{\text{транс}} + T_{\text{розл}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (9.23)$$

де  $T_{\text{вип}}$  – температура сталі перед випуском із печі;

$T_{\text{зал}}$  – температура заливання сталі у форму;

$T_{\text{транс}}$  – температура транспортування;

$T_{\text{розл}}$  – температура на розливання сталі у ківш.

Втрата тепла за 1 хвилину складає приблизно  $10^\circ\text{C}$ .

Час транспортування складає 5 – 10 хвилин.

Температура заливання сталі –  $1550 - 1650^\circ\text{C}$ .

Температура чавуну перед випуском із печі становить:

$$T_{\text{вип}} = 1600 + 70 + 60 = 1730^\circ\text{C}.$$

## 9.7 Контроль якості продукції

До основних методів контролю якості відносимо:

- контроль геометричних розмірів;
- контроль наявності поверхневих та внутрішніх дефектів;
- контроль наявності неметалевих вкраплень, газових дефектів;
- контроль наявності тріщин, усадкових раковин, визначається акустичним

методом неруйнівного контролю;

- контроль наявності піщаних раковин, визначається за допомогою магнітного контролю.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

10.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників та фондів їх заробітної плати

### 10.1.1 Основні робітники

Чисельність основних робітників визначаємо за нормами обслуговування основного технологічного устаткування.

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у табл. 10.1.

Таблиця 10.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1 Кількість номенклатурних днів за рік	365
2 Неробочі дні, у тому числі	114
2.1 Загальнодержавні та релігійні свята	10
2.2 Вихідні	104
3 Режимний час підприємства	251
4 Витрати робочого часу працівників, у тому числі	38
4.1 Хвороба	12
4.2 Чергові та додаткові відпустки	28
4.3 Невиходи з дозволу адміністрації	1
4.4 Скорочення робочого часу матерям, підліткам та інші	1

					ФЛ81.8110.1110.0000.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА				Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Ніколаєв В.В.									
Перевір.		Гурія І.М.									
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							НТУУ «КПІ», ІФФ		
Затв.											

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу.

$$K_{обл} = \Phi_{реж.} / \Phi_{пл.}, \quad (10.1)$$

де  $K_{обл}$  – коефіцієнт облікового складу;

$\Phi_{реж.}$  – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{пл.}$  – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

$$K_{обл} = 251 / 210 = 1,18$$

#### 10.1.2 Управлінський персонал

Чисельність управлінського персоналу встановлюємо виходячи із структури управління сталеливарного цеху підприємства ВП АТЦ.

#### 10.1.3 Загальна чисельність працівників

Загальна чисельність робітників в цеху приведена в табл/ 10.2.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 10.2- Загальна чисельність робітників

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікац ійний розряд	Штат явочний			Коефіцієнт облікового складу	Склад обліковий
		1-а	2-а	разом		
1	2	3	4	5	6	7

## Основні робітники

Шихтувальник	4	1	1	2	1,18	3
Плавильник	6		1	1	1,18	2
Стрижнювальник	5	1		1	1,18	1
Вибивальник	4		1		1,18	1
Сумішоприготувач	5	1			1,18	1

## Управлінський персонал

Начальник цеху		1		1		1
Майстер		1		1		1
Інженер-технолог		1		1		1

## 10.1.5. Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на оплату праці складаються з:

- основної заробітної плати;
- додаткової заробітної плати;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Розрахунок фондів заробітної плати основних робітників наведено в табл. 10.3.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.3 – Фонди заробітної плати основних працівників

Посада	Місячний посад.оклад, грн	Чисельність, осіб	Загальний річний фонд зар. плати, грн
Начальник цеху	18050	1	18050
Майстер	15500	1	15500
Інженер технолог	14200	1	14200
Комірник	12100	1	12100
Разом			59850

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$59850 \text{ грн} \cdot 12 \text{ міс.} = 718200 \text{ за рік}$$

#### 10.1.6 Розрахунок показника продуктивності праці

Продуктивність праці – це річний обсяг продукції, виробленої з розрахунку на одного працівника цеху.

$$P = G / n_{\text{заг}}, \quad (10.2)$$

де  $P$  – продуктивність праці, т/особу;

$G$  – продуктивність роботи цеху, т/рік;

$P$  – продуктивність праці, т/особу;

$n_{\text{заг}}$  – загальна кількість основних працівників і управлінського персоналу, осіб.

$$n_{\text{заг}} = 12 + 8 + 7 = 25$$

$$P = 600 / 25 = 24 \text{ т/особу}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 10.1.7 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення у об'єкт, який проектується, складається з капітальних вкладень у основні фонди та нормовані оборотні кошти.

Розрахунок капітальних вкладень наведено в таблиці 10.5

Таблиця 10.5 - Розрахунок капітальних вкладень в устаткуваннях

Найменування та модель устаткування	Кількість, шт.	Вартість за од, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4

#### Основне технологічне обладнання

Механізована зачищувальна установка	1	81750	81750
Електрогідравлічна установка	1	121750	121750
Індукційні печі	2	8390	16780
Формувальна машина	1	3250	3250
Змішувач для ХТС	1	2215	2215
Стрижнева машина	1	4200	4200
Разом		221555	229945

#### Допоміжне устаткування

Дробометна камера мод. 43322М	1	10860	10860
Вибивна ґратка мод. 428	1	6500	6500
Дробометний барабан	1	7530	7530
Шліфувальний верстат	1	1750	1750
Дробоструйна камера	1	57800	57800

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 10.5

Сито полігональне	1	1930	1930
Стенд сушки ковшів	2	2000	4000
Сушило	2	13230	26460
Разом		101600	116830

## Підйомно-транспортне обладнання

Кран, т	1	6160	18480
Електромостовий кран, 5 т	3	10065	30195
Стрічковий транспорт	15	930	13950
Візок	10	350	3100
Разом		17505	66125
Всього			404510

При розрахунку вартості транспортного устаткування на його монтаж і наладку додають витрати у розмірі 10 - 25% від його вартості.

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначаємо із площі цеху і нормативів вартості будівельних конструкцій та проводок.

Ці розрахунки заносимо до таблиці 10.6.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.6 Капітальні вкладення у споруди

Елементи будівельно- монтажних робіт	Тип будівлі	Вартість робіт, грн../м3	Об'єм будівлі, м	Розміри капіталовкладення
Приміщення	Виробничо побут.	50/40	30240/7128	1512009/285120
Водопостачання	Виробничо побут.	0,35/0,45	30240/7128	10184/3208
Каналізація	Виробничо побут.	0,3/1,05	30240/7128	9072/7484
Електропроводка	Виробничо побут.	0,5/0,6	30240/7128	15120/4277
Вентиляція	Виробничо побут.	0,7/0,8	30240/7128	21168/5702
Зовн. Благоустрій	Загальні	0,6		22421
Невраховані витрати	Загальні	7,25		270418
Разом				2167074

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} 404510 \cdot 0,2 = 80902 \text{ грн,}$$

Розмір обігових коштів, які необхідні для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховуються за елементами:

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виробничі запаси сировини, матеріалів;
- готова продукція;
- інші елементи.

Розмір капітальних вкладень у виробничі запаси матеріалів розраховано формулою:

$$K_3 = M_{\text{пл}} \cdot n_3 / T_{\text{пл}}, \text{ грн.} \quad (10.3)$$

де  $M_{\text{пл}}$ — суми витрат на матеріали даного різновиду у плановому періоді,  
 $n_3$ —норма планового запасу матеріалів, днів;  
 $T_{\text{пл}}$ — кількість днів у плановому періоді.

Дані про суму витрат на матеріали зводимо до таблиці 10.7.

Таблиця 10.7 – Визначення вартості основних матеріалів та флюсів на річну програму

Назва матеріалу	Кількість, т.	Вартість, 8грн./т	Вартість загальн
Сталевий брухт	1400	1900	2660000
Чавунний брухт	3000	1600	4800000
Феросплави	500	11060	5530000
Алюміній чушковий	700	18000	12600000
ЗВВ	1400	700	980000
Всього			2657000000

Розмір капітальних вкладень у поточні виробничі запаси:

$$K_3 = 2657000000 \cdot 20 / 360 = 147611041 \text{ грн.}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величину резервного технологічного запасу беремо у розмірі 50% від вартості оцінки планового запасу.

$$K_{p.z} = 0,5 \cdot 147611 = 7380550 \text{ грн,}$$

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується таким чином:

$$\sum \text{об. Ку.п.в.} = V_{\text{пл}} \cdot T_{\text{д}} \cdot K_{\text{нв}} / T_{\text{пл}}, \quad (10.4)$$

де  $\sum \text{об. Ку.п.в.}$  – сума оборотних коштів, грн.;

$V_{\text{пл}}$  – виробництво товарної продукції у плановому періоді за виробничою собівартістю, грн.,

$T_{\text{д}}$  – тривалість циклу виготовлення продукції, днів;

$$\sum \text{об. Ку.п.в.} = 2657000000 \cdot 2 \cdot 0,8 / 360 = 11808890 \text{ грн.}$$

Вартість всіх інших елементів оборотних коштів складає близько 12,5% від вартості поточного запасу матеріалів.

$$K_{\text{ост}} = 0,25 \cdot 14761100 = 36902755 \text{ грн.}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

$$809020 - 738055 + 1180889 + 36902755 = 5580814050 \text{ грн.}$$

Після цього загальні номінальні вкладення в таблиці 10.8.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капітальних вкладень	Вартість	
	тис.грн.	%
Будівлі виробничі та побутові	2167	37,9
Споруди	183	3,2
Основне технологічне	221,555	21,1
Допоміжне	116,830	2,8
Підйомно – транспортне	404,51	2,2
Нормативні оборотні кошти	55,808	6,8
Загалом у виробничі фонди	2149	100

## 10.1.8 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Розрахунок проводимо згідно з номенклатурою калькуляційних статей цехової собівартості:

1) Витрати силової електроенергії в кВт·год/рік на виконання виробничих операцій визначаємо:

$$E_c = (M_y \cdot F_E \cdot K_{з.в} \cdot K_{з.н} \cdot K_o) / K_c \cdot n,$$

де  $E_c$  – витрати технологічної електроенергії, кВт·год/рік;

$M_y$  – сумарна потужність технологічного обладнання, кВт;

$F_E$  – ефективний фонд часу роботи технологічного обладнання за рік, год;

$K_{з.в}$  – коефіцієнт завантаження технологічного обладнання за часом;

$K_o$  – коефіцієнт одночасної роботи технологічного обладнання;

$K_{з.н}$  – коефіцієнт завантаження за потужністю;

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$K_c$  – коефіцієнт завантаження технологічного обладнання з розрахунком витрат електроенергії;

$$n = 0,95$$

$$E_c = (10560 \cdot 3890 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 0,6) / (0,65 \cdot 0,95) = 26000000 \text{ кВт год/рік}$$

Кількість електроенергії для освітлення приміщень:

$$E_o = (C \cdot M_{cp} \cdot F_E \cdot K_c) / 1000, \text{ кВт год/рік, (9.6)}$$

де  $E_o$  – кількість електроенергії, кВт · т/рік;

$C$  – кількість ліхтарів, од.;

$M_{cp}$  – середня потужність одного ліхтаря, кВт;

$F_E$  – ефективний фонд часу роботи ліхтаря за рік, год.

$$E_o = 3890 \cdot 0,95 \cdot 335700 = 426000 \text{ кВт} \cdot \text{т/рік}$$

Визначаємо вартість електроенергії, враховуючи вартість 1 кВт · год електроенергії, яка складає 24,9 коп.

$$C_E = (20356259 + 360311 - 131929350) \cdot 0,249 = 55429 \text{ грн.}$$

Вартість стиснутого повітря для кожної одиниці устаткування визначається:

$$N = K_n \cdot P \cdot F_e \cdot k_1 \cdot K_3, \text{ м}^3/\text{год, (10.7)}$$

де  $n$  – кількість стиснутого повітря, м<sup>3</sup>/год;

$K_n$  – коефіцієнт, який враховує витрати повітря в трубопроводах;

$P$  – витрати повітря за годину, м<sup>3</sup>;

$k_1$  – коефіцієнт використання повітря;

$K_3$  – коефіцієнт завантаження приміщення;

$$n = 1,5 \cdot 1980 \cdot 3890 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 12000000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрати на стиснуте повітря ведемо з розрахунку 26 грн. за 100 м<sup>3</sup>:

$$C_n = 12000000 \cdot 16 = 15890 \text{ грн.}$$

Кількість води, що витрачається визначаємо з розрахунку 100 м<sup>3</sup>/год на технологічні та побутові потреби. Розрахунок наведено в таблиці 10.9

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.9 – Визначення витрат на воду

Напря́м витра́чення	Кі́лькість од.обл.	Фонд часу, год	Норма витрат води, м3/год	Рі́чні витрати, м3/год	Ці́на за 1 м3води, грн	Варті́сть, грн.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ						
Піч ІЧТ 5	2	3890	1.2	1300000	10	466800
ПОБУТОВІ ПОТРЕБИ						
Мийка	-	1840	0.45	11040	16	22080
Душові	-	172	5.0	5175	16	10350
Питна вода	-		0.45	3375	16	10120
Підлога	-		0.3	9590	10	19180
Разом						99553000

Газ для сушіння ковшів і піску:

Середні витрати 220 м3/год;

Загальні витрати:

$$Q_r = 220 \cdot 3890 = 855800 \text{ м}^3,$$

Вартість газу визначаємо зврахунку 1010 грн. за 1000 м3, вона дорівнює:

$$1010 \cdot 855,8 = 864358 \text{ грн.}$$

2) Витрати на допоміжні матеріали поділяються на:

а) витрати на матеріали для технологічного процесу складають 1023393 грн.

б) витрати на матеріали для експлуатації устаткування 1176400 грн.;

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Витрати на отримання в робочому стані на ремонт устаткування приймається у розмірі 10...20% від його балансової вартості:

$$404510 \cdot 0,12 = 48541,12 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт будівель та споруд складають 2% від їх вартості.

$$(2167074 + 1494646) \cdot 0,015 \cdot 0,1 = 5493 \text{ грн.}$$

4) Розрахунок річних амортизаційних відрахувань представлено у табл. 10.10.

Таблиця 10.10 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Вартість фондів, грн.	Норми амортизаційних відрахувань, %	Вартість амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі споруди	2167074	5	1083540
Основне та допоміжне устаткування	404512	15	606770
Транспортні засоби	66123	5	165312,5
Оснастка та інвентар	54933	25	137330
Всього			346284000

5) Транспортні засоби розраховуємо у в розмірі на 1 т литва:

$$3 \cdot 600 = 1800 \text{ грн.}$$

6) Витрати, пов'язані з забезпеченням охорони праці та техніки безпеки складають приблизно 40 грн. на кожного працівника:  $25 \cdot 40 = 100 \text{ грн.}$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) поштово – телеграфічні витрати визначаємо з розрахунку 70 грн. на одного службовця:

$$8 \cdot 70 = 560 \text{ грн.}$$

8) Витрати на дослідження та випробування слід приймати рівними 5% від основної заробітної плати основних робітників:

$$171260 \cdot 0,05 = 8628 \text{ грн.}$$

9) Витрати на винахідництво та раціоналізацію приймаються рівними 40 грн. на кожного працівника:

$$25 \cdot 42 = 1050 \text{ грн.}$$

10) Інші невраховані витрати можна приймати рівними 2...8 грн. на тонну литва:

$$5 \cdot 605 = 3025 \text{ грн}$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.11 – Загальні виробничі витрати по цеху

Найменування статті витрат	Сума, тис грн.
Заробітна плата(основна та додаткова):	18917
1.1 – допоміжних працівників	1098
2.2 – управлінського персоналу	11525
3.3 – Єдиний соціальний внесок	
Енергетичні витрати:	554
1.1 – електроенергія	158
2.2 – стиснуте повітря	995
3.3 – вода	8644
4.4 – газ	
Допоміжні матеріали	917
1.1 – матеріал для здійснення технологічного процесу	50
2.2 – матеріали для експлуатації устаткування	1214
3.3 – матеріали для цехових потреб	
Ремонт та утримання в робочому стані	1794
1.1 – устаткування	43
2.2 – будівлі	54
3.3 - інвентарю	
Амортизація:	606
1.1 – устаткування	108
2.2 – будівлі	137
3.3 – інвентарю	
Транспортні витрати	18
Витрати на дослідження, випробування	85
Витрати на охорону праці	7,5

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на винахідництво та раціоналізацію	1,1
Поштово – телеграфні та канцелярські витрати	4
Інші витрати	5
Всього:	257311,2

Таблиця 10.12 – Планова калькуляція собівартості 1 т рідкого металу та придатної продукції

Найменування статей витрат	% до метало завалки	Кількість на 1 т виливків	Планова ціна за 1 т, грн	Вартість на 1 т, грн
1	2	3	4	5
1. Металева шихта:				
- сталевий брухт	32	422,36	2200	9313,92
- зворот власного виробництва	21	227,84	2000	5556,6
- феросиліцій ФС45	43	568,89	1340	7680,015
- феромарганець ФМн 1,5	1	13,22	15000	198,45
- чавунний брухт	2	25,46	20500	542,33
- стружка чавунна				
Разом	100	1333	-	2994,93
Угар	4	1343	-	
Загалом рідкого металу	96,2	53	-	
2. Відходи власного виробництва		271	1250	-1840
Разом				
3. Флюс універсальний				

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.Заробітна плата плавильників, заливальників, шихтувальників та ін..				
а) основна				497
б) додаткова				193,6
5. Єдиний соціальний внесок				425
6. Енергоносії				1411
7. Загальновиробничі витрати				3843
8. Витрати від браку				106,5
Всього (цехова собівартість)				2344,57

#### 10.1.9 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності: 1 – трудомісткість продукції:  $t = \text{Чосн} \cdot \text{Фпл}$

$$\text{ор} / Q, \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (10.8)$$

де  $t$  – трудомісткість впродукції;

Чосн – чисельність основних робітників, осіб;

Фпл ор – плановий час роботи робітника за рік, год;

$Q$  – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

$$t = 12 \cdot 1680 / 600 = 34,6 \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т},$$

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 – період окупності капітальних витрат:

$$Пок = (Кзаг / ГПр) < Пнок, \text{ роки}$$

де Пок – період окупності, років;

ГПр – річна сума грошового потоку, грн., в

Пнок – нормативний період окупності (3...5 років).

$$ГПр = 0,75 \cdot (Ц - Сп) \cdot Q + \sum A, \quad (10.9)$$

де ГПр – річна сума грошового потоку, грн.;

0,75 – коефіцієнт частки чистого прибутку;

Ц – ринкова ціна продукції;

Сп – повна собівартість продукції;

$\sum A$  – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.;

По даним заводу – аналога повна собівартість продукції, яка включає крім цехової собівартості ще і адміністративні витрати та позавиробничі витрати на маркетинг та збут, на 38% перевищує цехову собівартість.

$$Сп = 2333,56 \cdot 1,34 = 3331,7 \text{ грн}$$

$$ГПр = 0,75 \cdot (4452,95 - 3321,7) \cdot 600 + 343284 = 897498 \text{ грн}$$

$$Пок = 5834787 / 897398 = 6,5 \text{ років}$$

Для розрахунок планової собівартості продукції складаємо планову калькуляцію, яка представлена у таблиці 10.13.

Перелік типових порівняльних техніко – економічних показників наведені у таблиці 10.13.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 10.13 – Типові порівняльні ТЕП

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	400	600
2. Загальна площа цеху	м2	4033	8450
3. Виробнича площа цеху	м2	2760	1933
4. Загальна чисельність працюючих у т. ч.	осіб	30	25,4
4.1 Основних	осіб	15	12
4.2 Управлінський персонал	осіб	6	5
5. Середньомісячний заробіток одного працівника	грн		
6. Продуктивність праці на рік	т/осіб	30	34,6
7. Технологічна трудомісткість	норма-год / т	28,1	24,5
8. Повна собівартість однієї тонни продукції	грн. / т	4445,95	3341,7
9. Період окупності усіх капітальних вкладень	рік		6,7

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система правових соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці у ливарному комплексі [13].

Мета розділу – це аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при виконанні даної роботи та розробка заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці.

Даний розділ дипломного проекту передбачає розробку заходів і засобів з охорони праці та докiлля у ливарному цеху лиття під за витоплюваними моделями потужністю 2000 кг придатного литва за рік.

Даний цех виробляє виливки з наступних марок сплавів: 20Л та 40Л.

З головних задач при проектуванні ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища [13].

Цех ливарний машинобудівного заводу потужністю 2000 кг. придатних виливків на рік. Кількість працюючих 8 осіб, з них виробничих робітників – 5 чол., працівників – 3 чол.

Площа цеху складає – 253 м<sup>2</sup>, об'єм – 1522 м<sup>3</sup>. Відповідно площа цеху на одного працівника складає 6,5 м<sup>2</sup>, на одного виробничого робітника 8,5 м<sup>2</sup>.

Об'єм на одного виробничого робітника – 50,5 м<sup>3</sup>, на одного працівника – 38,8 м<sup>3</sup>, що задовольняє вимогам санітарних норм та правил.

У склад цеху входять: плавильно-заливальне відділення, відділення лиття моделей, що витоплюються, відділення виготовлення оболонкових форм, відділення фінішних операцій та склади шихтових і формувальних матеріалів.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розроб.		Ніколаєв В.В.					
Перевір.		Гурія І.М.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затв.					НТУУ «КПІ», ІФФ		

У цеху виплавляються виливки із залізовуглецевої сталі 20Л та 40Л. Виливки отримують за спеціальними способами литтям за моделями, що витоплюються та литтям у разові піщано-глинисті форми.

Сталь виплавляється в індукційних печах ІСТ – 016.

Однією з головних задач під час проектування ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища.

### 11.1 Аналіз мікроклімату

Мікрокліматичні умови – це параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря у робочій зоні або у зоні обслуговування і на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами.

Оскільки робота в цеху пов'язана з певними фізичними навантаженнями то виокремлюємо декілька категорій робіт за ступенем важкості :

- легку працю – роботи, що виконуються сидячи, стоячи та пов'язані із ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням, а саме службовий адміністративний персонал.

- середньої важкості – роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням, а саме формувальник.

- важкі роботи – роботи, пов'язані із перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, котрі потребують великих фізичних навантажень, а саме плавильник.

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання, які наведено в табл. 11.1.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносна вологість коливається в межах 68...72 % і не перевищує допустимої норми 75 %.

Температура питної води 18...20 °С. Відповідність указаних значень параметрів мікроклімату досягається утворенням у цеху загальної системи вентиляції, яка має забезпечити повітрообмін не менше 60 м<sup>3</sup>/(людину·год).

На ділянках плавлення та заливання система вентиляції має забезпечувати допустиме значення температури [13].

Таблиця 11.1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Температура повітря, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальна	Допустима на робочих місцях		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
		постійних	Непостійних				
Холодний	17...19	15...21	13...23	40...60	75	0,2	0,4
Теплий	20...22	12...27	15...19	40...60	70	0,3	0,2...0,5

Тепло витрачається на нагрів фільтруючого зовнішнього повітря, що надходить у цех.

При опаленні цеху за допомогою припливної вентиляції температура повітря, що подається має бути не перевищувати за 45°С, при цьому припливна вентиляція встановлюється на висоті 3,5 м від рівня підлоги, а робочі місця розташовуються не ближче ніж 2м. У формувальних відділеннях проточна вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін.

## 11.2 Розрахунок освітлення

### 11.2.1 Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення має важливе значення для людини, воно має психологічну дію створюючи відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям,

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин, покращує розвиток організму в цілому. Однак, природне освітлення має і недоліки: воно непостійне в різні періоди часу, нерівномірно розподіляється в приміщенні, залежить від погодних умов [14]. Тому для забезпечення нормативного розраховуємо природне та штучне освітлення в цеху. Освітлення має бути достатнім для виконання робіт та відповідати ДБН В 2.5.28 – 2006. Норми освітленості для різних відділень: склад шихти і формувальних матеріалів; сумішоприготувальне відділення; фінішних операцій – 100...160 лк; формувальне, плавильно-заливальне відділення і дільниця ремонту оснастки – 150...220лк.

Для освітлення цеху, розмірами довжиною 43 м та шириною 61 м, в світлий період доби застосовується природне бічне освітлення, яке надходить крізь віконні прорізи ( $S_v = 600 \text{ м}^2$ ) та ліхтарі ( $S_{\text{ліх}} = 100 \text{ м}^2$ ).

Віконні прорізи присутні у всіх відділеннях цеху. Підставляємо всі значення до формули.

$$\text{КПО} = (100 \cdot (600 + 100) \cdot 0,22 \cdot 2,4 \cdot 1,05) / (1,6 \cdot 6,5 \cdot 1,4 \cdot 4,5 \cdot 2500) = 0,23\%.$$

Аналізуючи розрахунки, бачимо що коефіцієнт природного освітлення в ливарному цеху становить 0,1 %, а нормативний КПО при суміжному освітленні має становити 3%.

Характеристика зорової роботи в цеху відноситься до високої точності. Відповідно до вимог ДБН В 2.5-28-2006 для розряду і під розряду зорової роботи Па (розмір об'єкта 0,15...0,3 мм; фон – темний; контраст об'єкта з фоном – малий) освітленість повинна становити: – всього 4000 лк; – від загального 400 лк.

Тривала робота при високому освітленні може привести до світлобоязнь збільшеної чуйності очей до світла з характерними слъозотечінням, запаленням слизистої оболонки та роговиці ока.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення достатнього освітлення, що відповідає нормам здійснюємо розрахунок штучного освітлення за наступим формулами. Ливарний цех має: довжину 45 м, ширину 63 м, висоту 6 м.

Відповідно до ДБН В 2.5.28-2006 –  $E = 220$  лк за малої точності зорових робіт та найменшим розміром об'єкта розпізнавання 1...5 мм;

$S$  – площа приміщення, яка освітлюється, м<sup>2</sup>.  $S=42 \cdot 60=253$  м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

$K_z = 1,8$  – для ливарних цехів при освітленні газорозрядними лампами;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z = 1,15$ .

$N$  – кількість світильників.

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками  $L$  та висоти їх підвісу  $h$ .

$$L = 0,6 \cdot 8,5 = 5,7 \text{ м.}$$

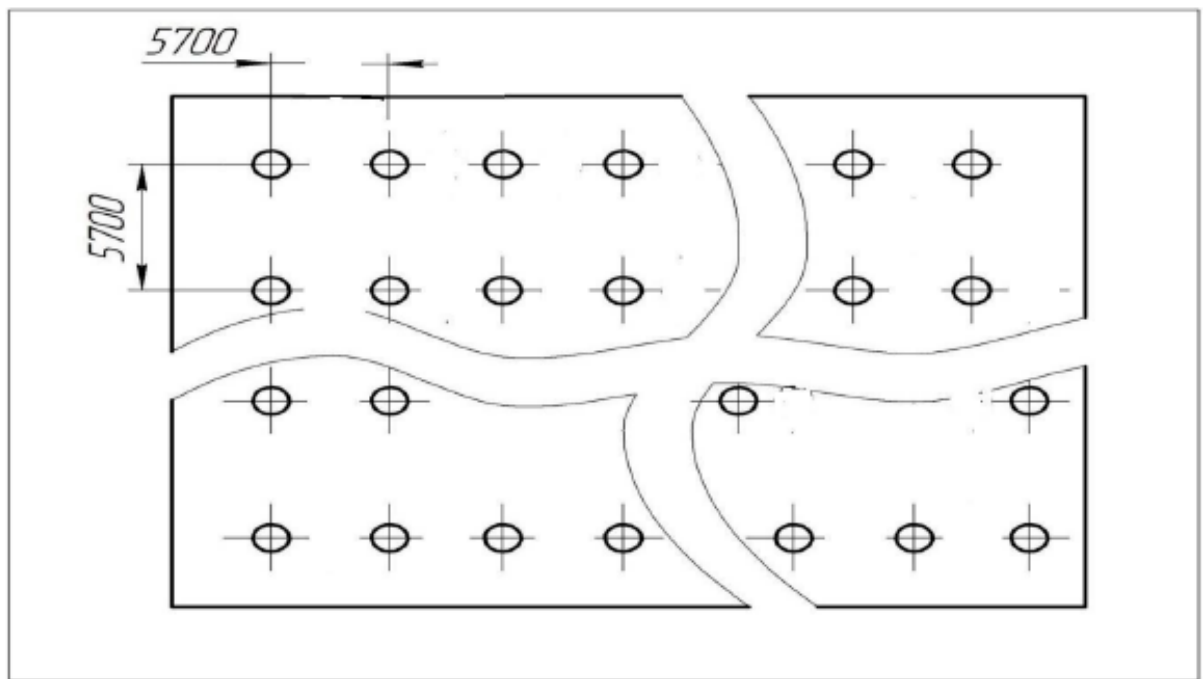


Рисунок 11.1– Схема розташування світильників

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 11.3 Випромінювання

Робітники плавильного відділення та дільниці термічного відділення можуть піддаватися небезпечній дії теплового, електромагнітного випромінювання.

Джерелами теплового випромінювання є: рідкий метал, термічні печі, приводи двигунів тощо.

У процесі заливання металу, тверднення виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, тепловий потік у робочій зоні не повинен перевищувати 140 Вт/м<sup>2</sup>. Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах.

Згідно ДСН 239 – 96, граничнодопустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є:

- електрична складова – 5 А/м;
- магнітна складова – до 20 В/м.

Як індивідуальні засоби захисту використовують одяг із радіотканини.

### 11.4 Джерела шуму

Шум – будь-який несприятливий звук, який діє на людину. Це сполучення звуків різної частоти та інтенсивності. З фізичної точки зору звук являє собою механічне хвильове коливання пружного середовища, яке супроводжується виникненням надлишкового тиснення, яке сприймається людиною через слуховий орган у діапазоні частот 16...20 кГц [14].

Джерелом шуму у цеху, що проектується є печі, генератори, пластинчасті конвеєри, вибивні ришівки та інше устаткування. У відповідності до ДСН 3.3.6.037 – 99, максимально припустимий рівень звуку

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих відділеннях – має не перевищувати 80 дБ. Шум спричиняє шкідливий вплив на організм людини, та в першу чергу на центральну нервову систему та серцево-судинну систему, призводить до їх захворювань, сприяє зниженню продуктивності праці та збільшенню втомлюваності, викликає захворювання органів слуху. Тривалий вплив шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках до глухоти.

Засоби індивідуального захисту, використання яких передбачається :

- протишумові укладки (закривають вушну раковину зовні);
- протишумові навушники (перекривають слуховий прохід);
- протишумові каски і шоломи (закривають всю голову і застосовуються у сполученні з навушниками і протишумовими костюмами).

Для послаблення шуму у приміщеннях цеху ударні дії замінені, наскільки це можливо, безударними, зменшена маса та величина поверхонь прилягання частин, які разом удараються. Над обладнанням, яке шумить, знаходяться шумопоглиначі – плоскі та об'ємні звукопоглинальні елементи.

### 11.5 Загазованість та запилення

Під час технологічного процесу в цеху на всіх стадіях оброблення матеріалів можлива дія шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Основні з них: запиленість, виділення газів і пару, виділення небезпечних речовин, надмірне виділення тепла, збільшений рівень шуму та вібрації, наявність рухомих машин та механізмів, рухомих частин виробничого устаткування.

Джерелами виділення пилу є установки киплячого шару, піскосипи, установки для вибивання та зачищення виливків, плавильні печі.

Згідно ГОСТ 12.1.005 – 88 пил, який виділяється (діоксид кремнію), відноситься до фіброгенних речовин. Пил, який попадає в організм людини через дихальні шляхи, може призвести до розвитку професійних захворювань

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



пилового бронхіту та іншого. Для зниження рівня запиленості цеху вентиляція обладнається фільтрами.

## 11.6 Електробезпека

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки.

Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Основними джерелами ураження електричним струмом є індукційні тигельні печі, електроприлади для зачищення виливків, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування та інші установки з електроприводами.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самотійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до смерті. Найнебезпечніша частота – 50...60 Гц.

Класифікація методів безпечної експлуатації електроустановок:

- 1) застосування захисних мір – це схемні або конструктивні рішення які знижують небезпеку поразки людини електричним струмом;
- 2) використанням електрозахисних засобів – це вироби, що переносять або перевозять, які служать для захисту персоналу від поразки електричним струмом під час виконання робіт, до них відносяться: інструменти, спецодяг і захисні засоби.
- 3) дотримання захисних заходів – сукупність вимог до працюючих і порядку виконання робіт. До захисних заходів при нормальному режимі роботи електричних установок відносяться:
  - ізоляція струмопровідних частин;
  - недоступність струмопровідних частин;
  - орієнтування в електроустановках;

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ізоляційні площадки;
- захисне замикання (шунтування фази).

Недоступність струмопровідних частин забезпечується наступними методами:

- огорожами (суцільні з напругою до 1кВ, сітчасті - до і вище 1кВ);
- розташуванням струмопровідних частин на недосяжній висоті;
- розташуванням струмопровідних частин в недосяжному місці;
- спеціальними організаційними заходами безпеки.

Кожний рік планується проводити перевірку опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

Допустимий опір заземлювального пристрою, для устатковування напругою до 1000 В і потужністю 100 кВт дорівнює 4 Ом. Заземлення приєднується тільки в місцях передбачених конструкцією даних електроустановок. Довжина заземлювача 8 м, ширина 40 мм, відстань від поверхні до заземлювача 0,7 м.

### 11.7 Протипожежна безпека

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі [13].

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004 – 91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню) [13].

Для забезпечення протипожежної безпеки забезпечуємо стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро та ін.) на всіх дільницях.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можливі причини виникнення пожежи в цеху: возгорання газів при плавленні сплавів, возгорання легко летучих матеріалів, коротке замикання. Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- передбачені проїзdnі дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщений такий інвентар: вогнегасники (як первинні засоби для боротьби з вогнем), а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломи, багри, сокири, азбестове полотно;
- всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізолювані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я;
- на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Для ліквідації невеликих осередків пожежі, а також для гасіння пожежі початкової стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар, покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, відра, лопати, гаки, ломи, сокири .

Електричні дроти, які зайнялися, необхідно гасити вогнегасниками ОП -1, ОП -2, ОП-5, ОП-10. Ліквідація заpalення проводиться при відключеній напрузі.

Згідно ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01 ступінь вогнетривкості цеху – 3 години.

В цеху є зовнішній трубопровід, який має гідранти. Також передбачені проходи, проїзди. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку 1 вогнегасник на 100м<sup>2</sup> площі цеху. Виходячи із площі цеху 252 м<sup>2</sup> , приймаємо 3 вогнегасника.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11.8 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Відповідно до причин походження подій, що можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються [13]:

1) НС техногенного характеру – транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних та шкідливих хімічних та радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд;

2) НС природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність та масове отруєння людей;

3) НС соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування;

4) НС воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час яких виникають вторинні чинники ураження населення. Тому кожного тижня відбуваються навчання з евакуації персоналу і регулярно проводяться навчання з надання першої медичної допомоги.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

### 12.1 Команда

ДП «КИЇВСЬКИЙ БРОНЕТАНКОВИЙ ЗАВОД», м. Київ

Лідер команди: Ніколаєв В.В. (студент)

Генератор ідей: Гурія І.М. (к.т.н., доцент)

Маркетолог: Зверєв О.В. (студент)

### 12.2 Назва проекту

«Ливарний комплекс бронетанкового заводу та технологія виготовлення виливків різними способами лиття »

### 12.3 Короткий опис проекту

Розроблено Ливарний комплекс.

За видом проект відноситься до проектів «новий продукт на існуючий ринок». Споживчий сегмент – B2B.

### 12.4 Бізнес-модель

#### 12.4.1 Цінний продукт

Виготовлення виливків за моделями, що витоплюються

					ФЛ81мп.8110.1110.000			
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Лат	БІЗНЕС-ПРОЕКТ			
Розроб.		Ніколаєв В.В.						
Перевір.		Гурія І.М.						
Т. Контр.								
Н. Контр.								
Затверд.					НТУУ «КПІ», ІФФ гр.ФЛ-81мп			

#### 12.4.2 Сегмент споживачів

Споживачами запропонованого продукту можуть бути наступні промислові підприємства:

- ЗАЗ;
- ТОВ «МанКор»;

#### 12.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями відбувається через візити та презентації ТЕП, що дають змогу більш детально ознайомитися з товаром. Також можливий контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут товару здійснюється за допомогою інтернет-ресурсів.

#### 12.4.4 Взаємодія з споживачами

З конкретним споживачами взаємодія може відбуватися через особисті контакти, по телефону, електронній пошті; можливе застосування програм лояльності.

Із потенційними споживачами – через інформаційні інтернет-ресурси: сайт проекту, блог новин проекту, виставки, конференції.

#### 12.4.5 Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу розробки, а також впровадження своєї технології виготовлення.

					ФЛ81мп.8110.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 12.4.6 Ключові види діяльності

1) Наукова діяльність – це інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання та використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження.

2) Виробництво продукції – певний технологічний процес отримання виробів певної конфігурації та із заданими технологічними та механічними властивостями.

3) Маркетингова діяльність – являє собою творчу управлінську діяльність, завдання якої полягає в розвитку ринку товарів, послуг і робочої сили шляхом оцінки потреб споживачів, а також у проведенні практичних заходів для задоволення цих потреб.

#### 12.4.7 Ключові ресурси

Ключові ресурси можна поділити на:

- матеріальні: промислові приміщення, вихідні матеріали, фінансове забезпечення;
- інтелектуальні: технологія виготовлення продукції, охоронні документи (патенти), науково-технічні працівники.

#### 12.4.8 Ключові партнери

Ключовими партнерами є:

- підприємство, яке забезпечує виробничу базу;
- компанії з надання логістичних і маркетингових послуг;
- постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

					ФЛ81мп.8110.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 12.4.9 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на будівництва.

#### 12.5 Споживчі властивості товару

Отримана за цією технологією виробництва дозволяє отримати дешевший виріб для різних галузей виробництва, ніж аналогічні їй.

#### 12.6 Дослідження ринку

За результатами аналізу існуючого ринку продукції аналогічного призначення можна зробити висновок, що виготовлення деталей, які використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення можуть програвати за грошовим еквівалентом, тобто бути дорожчими за наш виріб.

#### 12.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти , Харківський бронетанковий завод (ХБЗ)

#### 12.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту складатиметься з:

- просування проекту в мережі Internet;
- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;

					ФЛ81мп.8110.1110.000	Апк.
Зм.	Апк.	№ докум.	Підпис	Дат		



– поступовим опануванням ринку України та виходом на міжнародний ринок.

## 12.9 Елементи фінансового плану

### 12.9.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту – отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією.

Актуальність проекту – створення конкуренто спроможності, яка дасть змогу зменшити затрати на використання її в інших галузях виробництва.

### 12.9.2 Опис товару/послуги/технології

Запропоновану ливарний комплекс, переваги його устаткування , можливості зміни діяльності за потреби.

### 12.9.3 Маркетинг та продаж

Цільовий сегмент – B2B.

Маркетингова стратегія просування проекту на початкових етапах включає в себе:

- просування проекту в мережі Internet;
- участь у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців.

Для продажу застосовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через інтернет-ресурси.

					ФЛ81мп.8110.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 12.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався.

Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво та виробництва готових виробів в межах одного підприємства-виробника становлять:

- оренда промислової потужності: 22900 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 4580 \$
- ресурс забезпечення: 55482 \$
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 70000 \$

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;
- в наявності є дослідні зразки;

#### 12.9.5 Резюме

Проект призначений для виготовлення виробу в найлегший спосіб з найменшими затратам. Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 152962 \$.

					ФЛ81мп.8110.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докum.	Підпис	Лат		

## ВИСНОВКИ

Вирішені основні задачі проектування ливарного цеху бронетанкового заводу. Проведені розрахунки, які стосуються різних аспектів його діяльності.

Зокрема, вибрано двозмінний режим роботи усіх виробничих відділень цеху, визначені річні фонди часу роботи устаткування і робітників в усіх відділеннях.

Для випуску сталевих виливків, які мають масу від 0,53 кг до 8 кг, прийнято процес лиття в ПГФ та за моделями, що витоплюються.

У цеху установлені індукційні печі для плавлення сталі. Ці печі мають високий коефіцієнт корисної дії, високу продуктивність та якість виплавленого металу, низький відсоток угару та шкідливих викидів у довкілля.

Розраховано кількість технологічного устаткування, визначено його розташування у цеху. Визначено склад допоміжних дільниць та служб ливарного цеху, площу лабораторій та допоміжних відділень.

Розраховано площі складів формувальних і шихтових матеріалів, вибрано розташування та компонування.

В технологічній частині проекту розроблено технологію виготовлення виливків із залізовуглецевих сплавів.

					ФЛ81.8110.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ			
Розроб.		Ніколаєв В.В.						
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.					НТУУ «КПІ», ІФФ			
					Літ.	Аркуш	Аркушів	
						13	103	